electronic bookmarks

ricevitore CB Wav player radiofrequenza Robotica motori passo passo
norme CEI Microsoft Robotics Studio circuiti integrati comparatori RfID

n. 296 FEBBRAIO - Anno XXVI
solo Fare Elettronica € 6,00
Fare Elettronica + Mr A.Keer € 7,90 in più

fe

fare elettronica
www.farelettronica.com

LE NORME CEI

per gli impianti elettrici

RfID come funziona?

Progetto completo di UNA STAZIONE PER LA SALDATURA

PER IMPARARE

GUIDA AI MOTORI PASSO-PASSO

I COMPARATORI DIGITALI

LEZIONI DI MICROSOFT ROBOTICS STUDIO

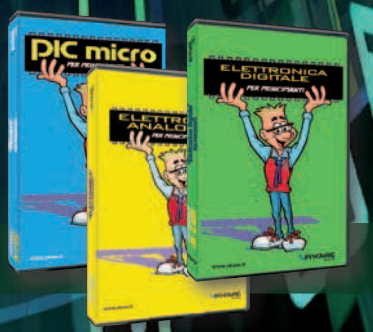
Wav-Player

riproduci i tuoi file con un PIC

ISSN 1591-2272
9 771591 227008 00296

IE mobile

Inquadra il codice per accedere ai contenuti!



Richiedi i tre DVD di MR A. KEER al tuo edicolante!

MENSILE Poste Italiane Spa - Spedizione in abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma1, DCB Milano. In caso di mancato recapito, restituire all'editore che si impegna a pagare la relativa tassa presso il CPM di Roserio - Milano

IN EDICOLA

200 progetti per 2000 applicazioni

Il nuovissimo numero di

Fare Elettronica EXTRA

da non perdere!

CODICE MIP 2781686

Norimberga, Germania

2 – 4.3.2010

embedded world 2010

Exhibition & Conference

...it´s a smarter world

Registratevi subito e assicuratevi il biglietto d'ingresso gratuito:

www.embedded-world.de

Vivere già oggi i trend del domani.

L'embedded world mostra di cosa si occupa attualmente la community internazionale di esperti e fissa oggi gli standard del domani. Assicuratevi subito il Vostro vantaggio di conoscenze!

Ente organizzatore del salone
NürnbergMesse
Tel +49 (0) 9 11.86 06-49 12
visitorservice@nuernbergmesse.de

Ente organizzatore dei congressi
DESIGN&ELEKTRONIK
Tel +49 (0) 81 21.95-13 40
cgrote@design-elektronik.de

Partner stampa

Markt&Technik
Die unabhängige Wochenzeitung für Elektronik

DESIGN & ELEKTRONIK
KNOW-HOW FÜR ENTWICKLER

Elektronik

Computer & AUTOMATION
Fachmagazin der Fertigungs- und Prozessautomatik

Elektronik automotive

elektronik report

Computer & AUTOMATION.DE

elektroniknet.de

NÜRNBERG MESSE

CODICE MIP 2780793

sommario

296 *febbraio 2010*

Zoom in

18 LE NORME CEI 64-8

Anche se l'argomento esula in qualche modo dal settore propriamente elettronico riteniamo che molti tra i lettori possano trovare interessante conoscere di cosa si tratti, di quale sia più precisamente il loro ambito applicativo e come sono organizzate e strutturate.

di Antonio Giannico

Progettare & costruire

32 USARE LA TECNOLOGIA RfID (PRIMA PARTE) FONDAMENTI

In questo articolo introdurremo i concetti di base e le caratteristiche di questa tecnologia.

di Franco Tedeschi

38 WAV PLAYER

La gestione del file system FAT per schede di memoria MMC ed SD reso disponibile da Microchip per le proprie famiglie di microcontrollori PIC 18, 24 e 32.

di Stefano Lovati

44 CENTRALINA SALDANTE REGOLABILE

Come trasformare un saldatore a stilo in una centralina saldante.

di Massimo Massoli

Imparare & approfondire

58 I MOTORI PASSO-PASSO (PRIMA PARTE) TIPOLOGIE DI MOTORI

Scopriamo come sono fatti, su quali principi si basa il loro funzionamento, quali sono i loro pregi e quali le loro applicazioni.

di Antonio Giannico

Progetto tesina

72 CONTROLLO DI LUMINOSITÀ AMBIENTALE

Riprende la serie di articoli dedicata all'esame di maturità, con il progetto di un sistema in grado si controllare automaticamente la luminosità di una lampada in funzione del grado di illuminazione dell'ambiente.

Di Antonio Cecere

L'angolo di Mr A.Keer

76 COMPARATORI

L'analisi dei dispositivi di confronto e il modo migliore per utilizzarli.

di Giorgio Ober

Radio & radio

86 MINI TRASMETTITORE PER LA BANDA CB

Vediamo come costruire un semplice trasmettitore quarzato in banda CB per fare un po' di esperimenti prima di decidere di acquistare un ricetrasmettitore professionale.

di Remo Riglioni (IZ0OPG)

Rispondi e... VINCI! *pag.* 54

DIVERTITI E METTI ALLA PROVA LE TUE CONOSCENZE CON **ELETTRO QUIZ** E VINCI OGNI MESE ESCLUSIVI PREMI!

Robot Zone

92 CORSO DI MICROSOFT ROBOTICS STUDIO (PRIMA PARTE)

L'AMBIENTE

Iniziamo da questo numero un corso su Microsoft Robotics Studio, tool di casa Microsoft utilizzato come ausilio alla progettazione e simulazione di strumenti automatici, in altre parole i robot.

di Francesco Pentella

96 ROBOT KIT ((SECONDA PARTE)

IL SOFTWARE

Nella prima parte abbiamo mostrato le risorse hardware di RoCK e ora, in questo numero, è giunto il momento di mettere in evidenza il software/firmware che il nostro modulo automatico dispone. Vedremo anche come RoCK riesce a relazionarsi con il mondo esterno.

di Francesco Pentella

rubriche

7	Editoriale
10	Idee di progetto
14	Eventi
16	News
54	Elettroquiz
56	Info
104	Thread Focus
108	Vetrina IEshop

LUPUS IN FABULA

Arrow 16 - Linear Technology 16 - Microchip 38, 44 - Microsoft 92 - Molex 16 - Murata 16 - Texas Instruments 16

facebook

FARE ELETTRONICA
E' SU FACEBOOK!!!
UNISCITI AL GRUPPO

IE mobile

COMING... ...prossimamente su Fare Elettronica

- LIMITATORE DI CORRENTE CON AUTOTEST
- SENSORI E MODULI PER BS2 E CUBLOC
- OPTOELETTRONICA PRATICA
- RIPROGETTARE UN SISTEMA CON FPGA

IE mobile

Usa il mobile tagging per vedere sul tuo telefonino gli approfondimenti e gli aggiornamenti sui contenuti della rivista. Per saperne di più visita *www.inwaredizioni.it/IEMOB*

COSA DEVI FARE:

1) Questa operazione la farai una sola volta. Scarica ed installa gratuitamente il software per il tuo telefonino dalla pagina *http://gettag.mobi*
2) Clicca l'icona TagReader sul tuo telefonino
3) Inquadra il codice e segui le istruzioni del software di lettura
4) Il telefono si collega al sito mobile per visualizzare i contenuti

Gli articoli contrassegnati col simbolo WWW sono già disponibili in formato PDF* all'indirizzo *www.farelettronica.com/club*

**Puoi iscriverti al CLUB di Fare Elettronica versando una piccola quota annuale.*

elenco inserzionisti

Blu Nautilus 9-71-63
Piazza Tre Martiri 24 - 47900 Rimini (RN)
Tel. 0541 439575 - www.blunautilus.it

Comune di Scandiano - Ufficio Fiera 83
Piazza Trampolini 1 - 42019 Scandiano (RE)
Tel. 0522-764290 - www.fierascandiano.it

Elettroshop IV
via Cadorna, 27/31 - 20032 Cormano (MI)
Tel. 02 66504794 - www.elettroshop.com

E.R.F. 13
Largo Fiera della Pesca 11 - 60100 Ancona (AN)
Tel. 0733 780815 - www.erf.it

Evr 14
Viale Kennedy, 96 - 20027 Rescaldina (MI)
Tel. 0331 1815404 - www.evr-electronics.com

Exposition Service 14-15
Viale Dante Alighieri 54 - 48022 Lugo (RA)
Tel. 0545 27548 - www.mondoelettronica.net

Fiera di Pescara 103
Via Siena, 22 - 65123 Pescara
Tel. 085 4215840

Farnell Italia 6-37
C.so Europa, 20-22 – 20020 Lainate (MI)
Tel. 02 939951 - www.farnell.com

Futura Elettronica 55
Via Adige, 11 - 21013 Gallarate (VA)
Tel. 0331 792287 - www.futuranet.it

LeCroy 69
via E. Mattei Valecenter 1/c/102a - 30020 Marcon (VE)
Tel. 041 5997011 - www.lecroy.com

Microchip Italia 49
Via S. Quasimodo, 12 - 20025 Legnano (MI)
Tel. 0331 7426110 - www.microchip.com

MikroElektronica 43
Visegradska, 1A - 11000 Belgrade
Tel. +381 11 3628830 – www.mikroe.com

Millennium Dataware 31
Corso Repubblica 48 - 15057 Tortona (AL)
Tel. 0131 860254 - www.mdsrl.it

Nital 90
Via Tabacchi 33 - 10132 Torino (TO)
Tel. 011 8144332 - www.irobot.it

NürnbergMesse 3
Messezentrum - 90471 Nürnberg
Tel +49 (0) 9 11. 86 06-0 - www.nuernbergmesse.de

PCB Pool 17
Bay 98-99 Shannon Free Zone - Shannon County Clare
Tel. 02 64672645 - www.pcb-pool.com

Pordenone fiere 99
V.le Treviso 1 - 33170 Pordenone (PN)
Tel. centralino 0434 232111 - www.fierapordenone.it

RS Components 53
Via M. V. De Vizzi, 93/95 - 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Tel. 02 66058257 - rswww.it

Teltools 16
Via della martinella 9 - 20152 Milano
www.carrideo.it - www.teltools.it

element14

www.element-14.com

Il portale tecnico / la comunità elettronica per i progettisti

La comunità elettronica si incontra su element14

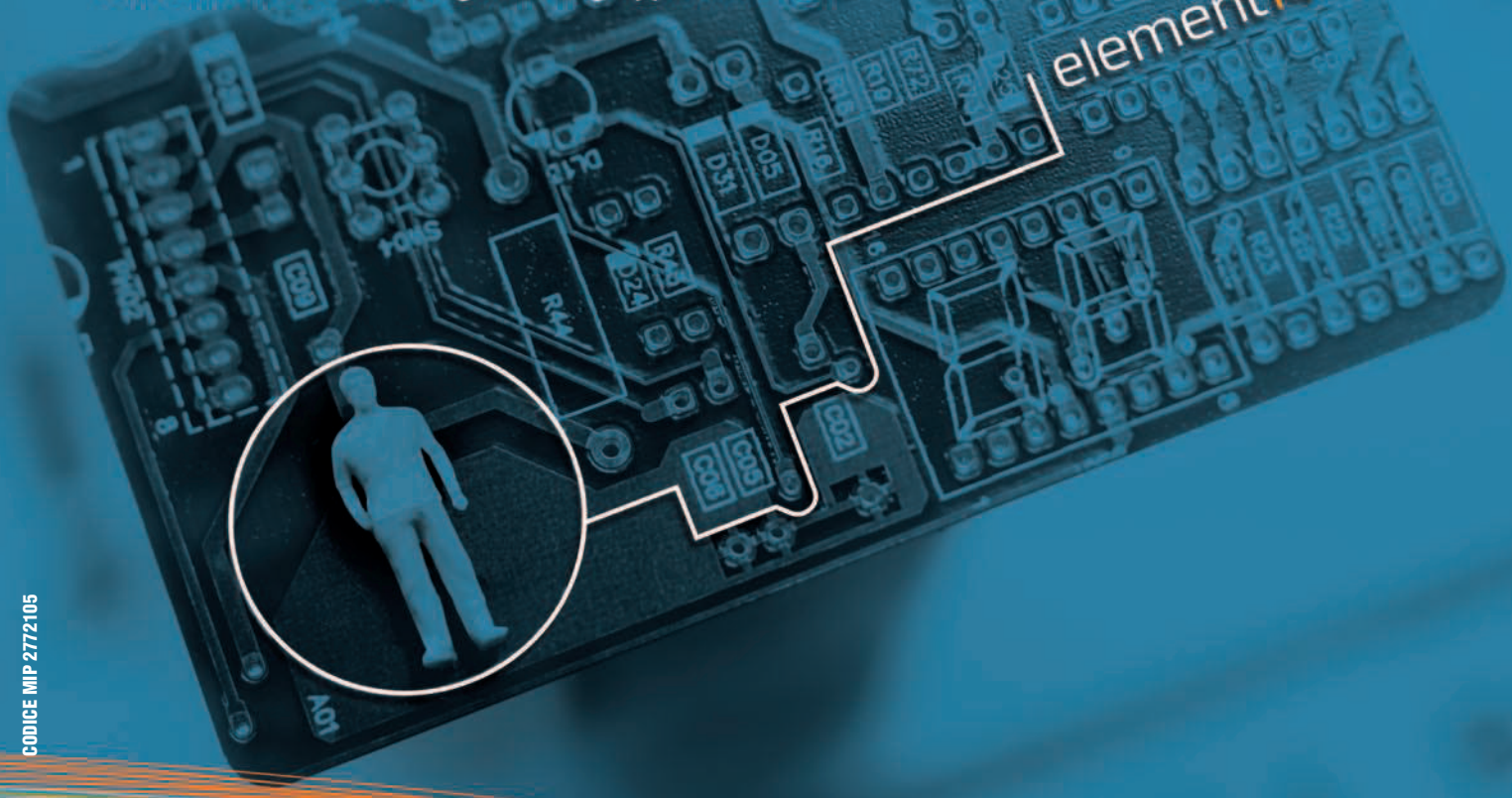
Una risorsa indipendente e 'all-in-one' per la ricerca di informazioni e strumenti per la progettazione e per la collaborazione fra i progettisti elettronici.

Vinci Kit di sviluppo e altri componenti elettronici!

Partecipa al ROAD TEST e avrai la possibilità di ricevere in omaggio kit di sviluppo e componenti. Fino al 31 marzo 2010 potrai ricevere:

- PICkit 2 Development Programmer/Debugger con Flowcode 3
- TMS320VC5505 eZdsp USB stick

Partecipare è semplice: per scoprire i dettagli visita www.element-14.com e registrati al gruppo Road Test.



CODICE MIP 2772105

element14

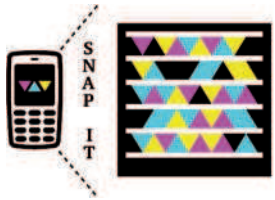
40513

di MAURIZIO DEL CORSO

RfID & PRIVACY

Per usare correttamente la tecnologia RfID in termini di privacy, è essenziale non inserire nei tag di identificazione dei prodotti informazioni sensibili su chi li acquista e chi li usa

I primi approcci dell'RfID risalgono al 1940, durante la seconda guerra mondiale. All'epoca la tecnologia si chiamava IFF, acronimo di Identification Friend or Foe ed era impiegata sugli aerei inglesi sottoforma di un dispositivo radio che rispondeva se interrogato. Questo permetteva di identificare un aereo come amico o come nemico a seconda se si riceveva risposta o meno all'interrogazione.
Oggi questa tecnologia si è ampiamente evoluta e le sue applicazioni sono molteplici: dai sistemi di codifica dei prodotti, al tracciamento di merci, ai passaporti. Almeno in Italia perché questa tecnologia possa di fatto diffondersi come previsto, resta solo una questione relativa alla privacy. Effettivamente l'RfID è una tecnologia "silenziosamente pervasiva" nel senso che tutti noi l'abbiamo utilizzata almeno una volta senza rendercene conto, tuttavia non dimentichiamo che nasce per consentire l'identificazione dei prodotti, non degli utenti: se non si inseriscono informazioni relative a questi ultimi, i rischi di uso distorto dei segnali RFID si riducono di molto.
Sotto tutti questi punti di vista, quindi, una buona progettazione del sistema consente di superare molti dei rischi potenziali in ordine alla privacy.
Per conoscere a fondo la tecnologia vi proponiamo l'articolo di pagina 32, ma per toccarla effettivamente con mano attraverso un progetto pratico, dovrete aspettare il prossimo numero.



Scatta una foto al codice sopra riportato i primi 10 avranno una iscrizione gratuita al club di Fare Elettronica!

(Scarica l'applicazione per il tuo cellulare su http://gettag.mobi)

in fatto di "campagne"... la nostra non ha rivali

ABBONATI
SUBITO
3 NUMERI
SONO GRATIS !!!

Scopri gli altri abbonamenti in offerta qui
abbonamenti.ieshop.it

fare elettronica

DIRETTORE RESPONSABILE
Antonio Cirella

DIRETTORE TECNICO
Maurizio Del Corso

Segreteria di redazione
Giorgia Generali

Comitato Scientifico
Simone Masoni (Microtest), Francesco Picchi (Microtest), Massimo Rovini (Università degli Studi di Pisa), Tiziano Galizia (Tigal), Claudio Turchetti (Università Politecnica delle Marche).

Art Director
Patrizia Villa

Hanno collaborato in questo numero:
Antonio Cecere, Francesco Di Lorenzo, Antonio Giannico, Stefano Lovati, Massimo Massoli, Giorgio Ober, Francesco Pentella, Remo Riglioni, Franco Tedeschi.

Direzione Redazione Pubblicitá International Advertisement
INWARE Edizioni srl
Via Cadorna, 27/31
20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504755
Fax 02.66508225
info@inwaredizioni.it
www.inwaredizioni.it
Redazione: fe@inwaredizioni.it

Stampa
Grafiche Sima
Via Provinciale Francesca, 52
24040 Ciserano (BG)

Distribuzione
Parrini & C s.p.a.
Via di Santa Cornelia, 9
00060 Formello (RM)

Ufficio Abbonamenti
INWARE Edizioni srl
Via Cadorna, 27/31
20032 Cormano (MI)
Per informazioni, sottoscrizione o rinnovo dell'abbonamento:
abbonamenti@inwaredizioni.it
Tel. 02.66504755
Fax. 02.66508225
L'ufficio abbonamenti è disponibile telefonicamente dal lunedì al venerdì dalle 14,30 alle 17,30.
Tel. 02.66504755
Fax 02.66508225

Abbonamento per l'Italia:
€ 49,50
Abbonamento per l'estero:
€ 115,00
Gli arretrati potranno essere richiesti, per iscritto, a **€ 9,00** oltre le spese di spedizione

Autorizzazione alla pubblicazione
Tribunale di Milano n.647
del 17/11/2003

Mensile associato all'USPI
(Unione Stampa Periodica Italiana)

© Copyright
Tutti i diritti di riproduzione o di traduzione degli articoli pubblicati sono riservati. Manoscritti, disegni e fotografie sono di proprietà di Inware Edizioni srl. È vietata la riproduzione anche parziale degli articoli salvo espressa autorizzazione scritta dell'editore. I contenuti pubblicitari sono riportati senza responsabilità, a puro titolo informativo.

Privacy
Nel caso la rivista sia pervenuta in abbonamento o in omaggio, si rende noto che i dati in nostro possesso sono impiegati nel pieno rispetto del D.Lgs. 196/2003. I dati trasmessi a mezzo cartoline o questionari presenti nella rivista, potranno venire utilizzati per indagini di mercato, proposte commerciali, o l'inoltro di altri prodotti editoriali a scopo di saggio. L'interessato potrà avvalersi dei diritti previsti dalla succitata legge. In conformità a quanto disposto dal Codice di deontologia relativo al Trattamento di dati personali art. 2, comma 2, si comunica che presso la nostra sede di Cormano Via Cadorna 27, esiste una banca dati di uso redazionale. Gli interessati potranno esercitare i diritti previsti dal D.Lgs. 196/2003 contattando il Responsabile del Trattamento Inware Edizioni Srl (info@inwaredizioni.it).

Collaborare con FARE ELETTRONICA
Le richieste di collaborazione vanno indirizzate all'attenzione di Maurizio Del Corso (m.delcorso@inwaredizioni.it) e accompagnate, se possibile, da una breve descrizione delle vostre competenze tecniche e/o editoriali, oltre che da un elenco degli argomenti e/o progetti che desiderate proporre.

Expo Elettronica

PADIGLIONE FIERISTICO MORCIANO DI ROMAGNA (RN)

V.le XXV Luglio, 21

13/14 febbraio ore 9/18

CODICE MIP 2778669

rif. Fare Elettronica

MOSTRA MERCATO

informatica • elettronica
telefonia • dvd • games • hobbistica

LE MIGLIORI OCCASIONI DI ELETTRONICA PROFESSIONALE E DI CONSUMO A PREZZI DA HARD DISCOUNT!

VALE COME RIDOTTO

Organizzazione e informazioni: BLU Nautilus tel 0541 439573 info@expoelettronica.it

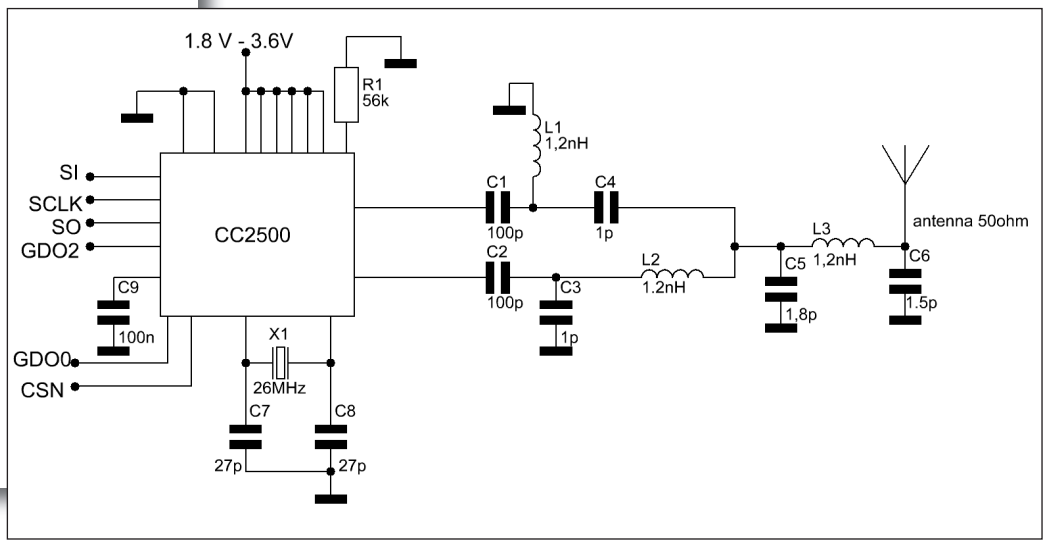
WWW.EXPOELETTRONICA.IT

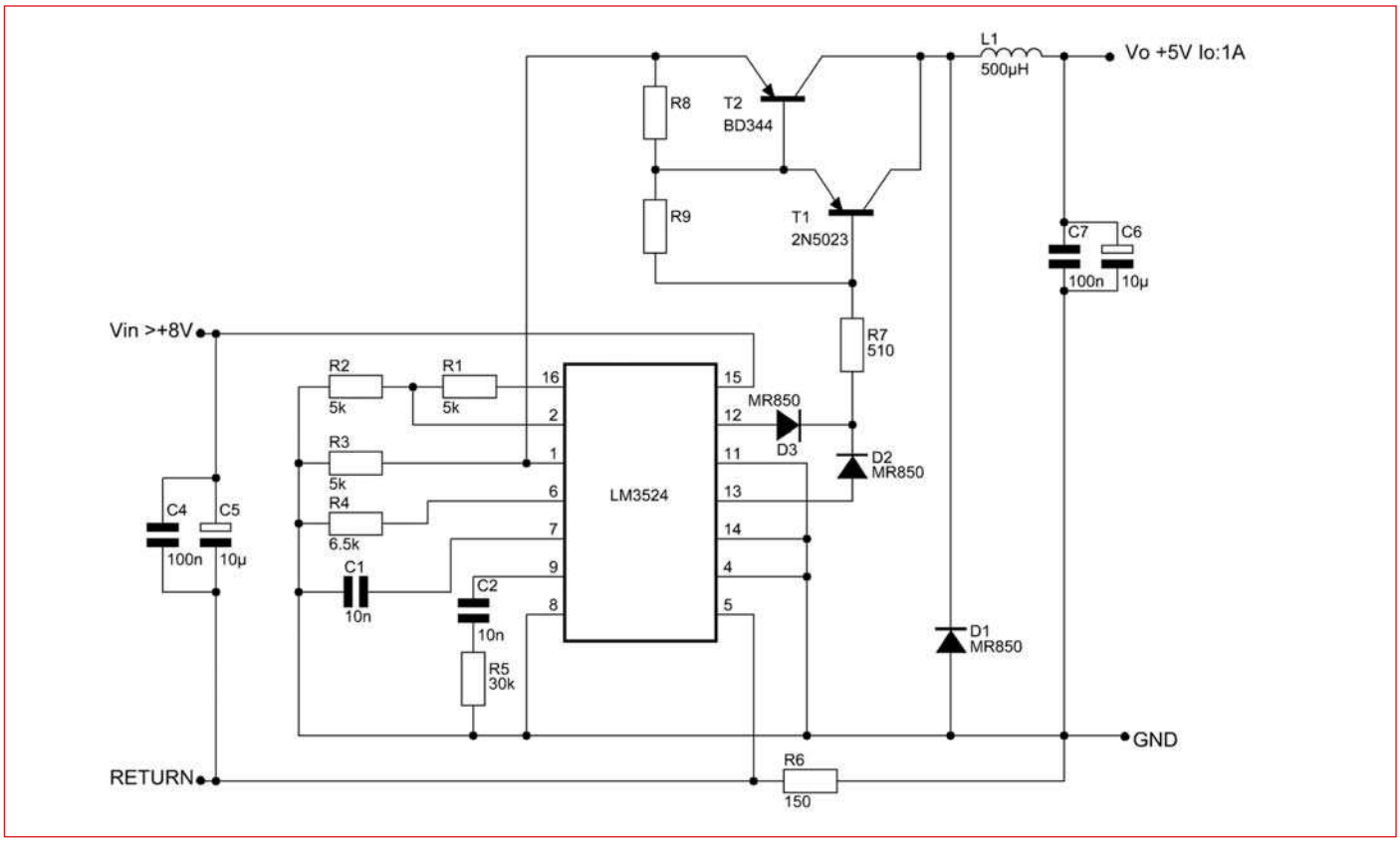
fotografa questo codice e scarica il ticket ridotto direttamente sul tuo smartphone

SNAP IT

MICROTRASMETTITORE RF

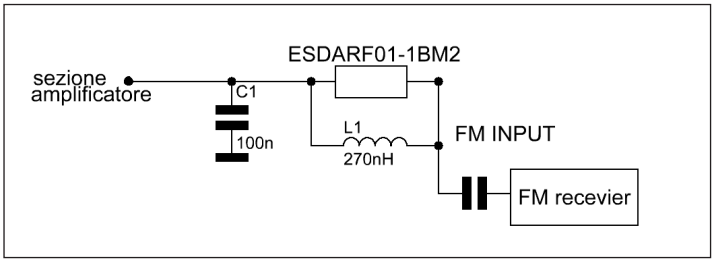
Questo chip, prodotto dalla Texas Instruments, è un trasmettitore a radio frequenza di piccola potenza, che ha un costo basso. In figura è riportata un'applicazione del CC2500, ma il chip viene fornito già presaldato su una scheda. Ha una frequenza di trasmissione che si aggira sui 2.4GHz, questo lo rende adatto per applicazioni del tipo: trasmissione via radio dell'audio, mouse e tastiera senza fili, joystick senza fili.





REGOLATORE **PWM**

In figura è riportato lo schema tipico dell'LM3524, un regolatore di PWM. Questo integrato già esistente da molto tempo è stato migliorato, fornisce in uscita una corrente massima di 200mA, viene alimentato con 5V ed è in grado di generare due modulazioni PWM.

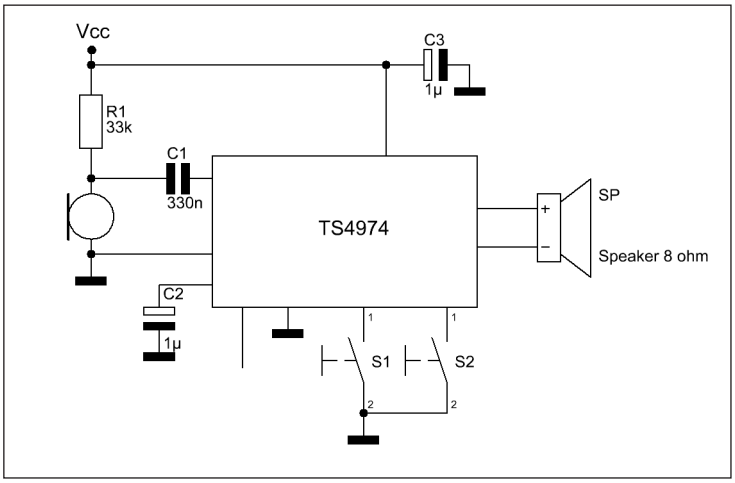


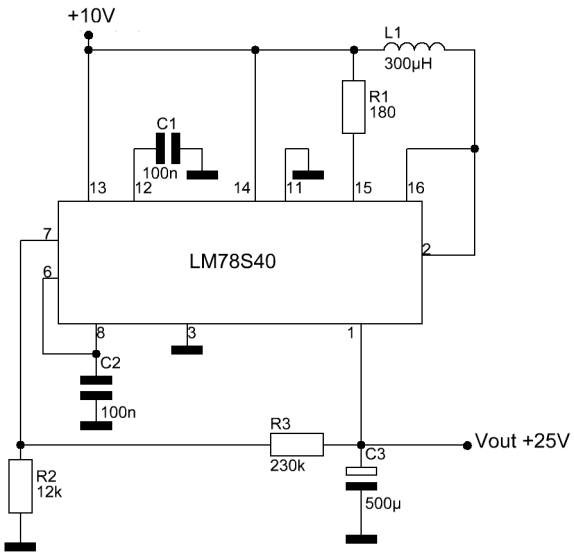
PROTEZIONE CONTRO LE ESD

L'intergrato ESDARF01-1BM2, è un dispositivo monolitico studiato per la protezione contro l'ESD. Sono possibili tre applicazioni con questo chip, inoltre funziona con modulazioni AM e FM. Può funzionare in fase di trasmissione e di ricezione, essendo fornito di una linea bidirezionale.

Amplificatore da 1W

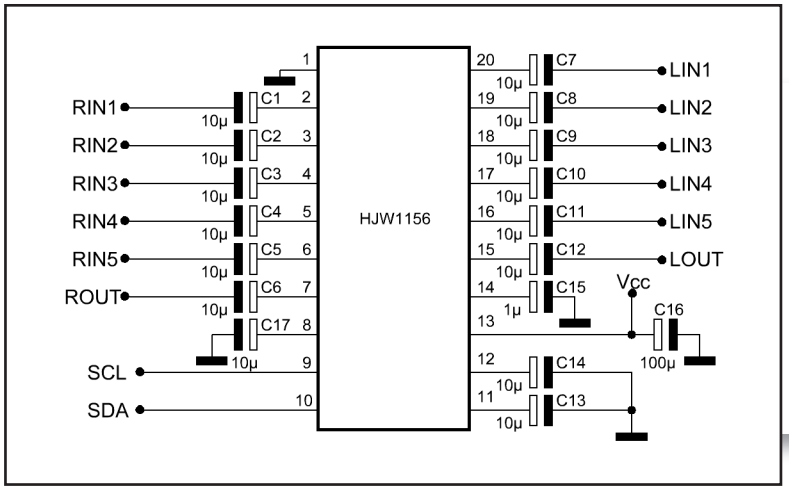
In figura è riportato un amplificatore da un 1 watt in modalità stereo. La sua dimensione e la sua tecnologia lo rendono adatto per applicazioni portatili, come lettori MP3, IPOD, ecc. I vantaggi di questo dispositivo sono: tensione di alimentazione pari a 3,3V, l'opzione stand-by, aumento e diminuzione del volume.





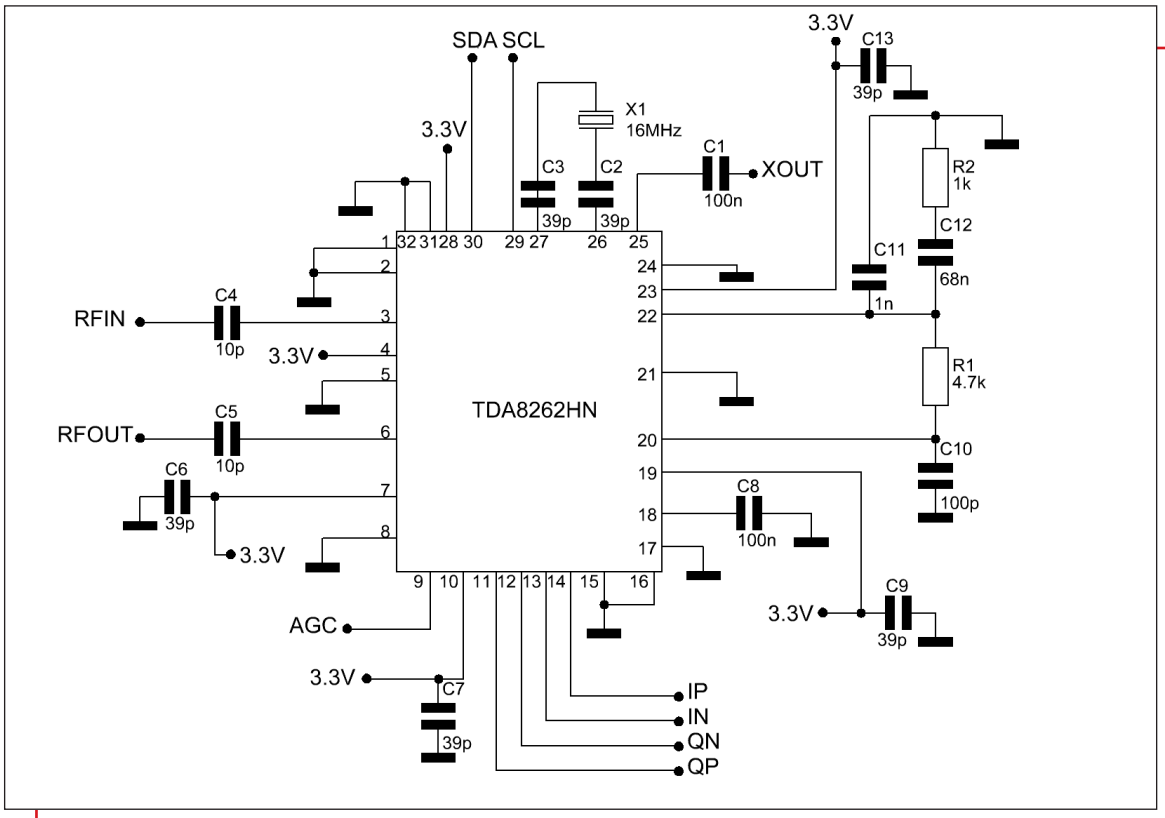
REGOLATORE INTEGRATO

È un regolatore di tensione che all'interno del chip, oltre ai componenti fondamentali, ha il dispositivo di commutazione, il diodo di circolazione,oltre ad un amplificatore operazionale utilizzabile indipendentemente con l'aggiunta dell'induttore e del condensatore può fornire una tensione di uscita fino a 40V con una corrente fino a 1.5A. Per ottenere valori superiori basta aggiungere un diodo esterno



Selettore audio

Il NJW1156A è un selettore a 5 ingressi a una uscita. La particolarità di tale dispositivo sta nel fatto che è in grado di controllare 10 ingressi divisi in due parti 5 per i segnali audio di destra, 5 per i segnali audio di sinistra. La selezione degli ingressi viene fatta grazie al sistema I²C bus.



TUNER SATELLITARE

Lo schema riportato in questa figura rappresenta la modalità di collegamento del TDA8262, prodotto dalla Philips. Questo integrato è un tuner utilizzato per antenne satellitari. Il tuner, è un componente che incorpora al suo interno una serie di filtri che selezionano la frequenza stabilita. I vantaggi di questo integrato sono: conversione del segnale QPSK in 8PSK, alimentazione richiesta 3.3V, range di frequenze dai 950MHz ai 2175MHz, presenta la compatibilità con la famiglia PS di demodulatori satellitari digitali.

MARCHEFIERE

Quartiere Fieristico CIVITANOVA MARCHE (MC)

6-7 MARZO 2010

Orario:
9-13
15-19,30

30ª Mostra Mercato Nazionale

Radiantistica Elettronica

Materiale radiantistico per C.B. - Antenne e Parabole per radioamatori
Apparecchiature per telecomunicazioni - Surplus - Elettronica
Telefonia - Computers - e TV sat - Hi-Fi
Radio d'epoca - Editoria specializzata

9º Mercatino del Radioamatore

Libero scambio tra privati di apparecchiature amatoriali

in collaborazione con Associazione Radioamatori Italiani
Sezione di Civitanova Marche

CODICE MIP 2780144

DISCO

Mostra mercato del disco usato in vinile
e CD da collezione

info

ERF • ENTE REGIONALE PER LE MANIFESTAZIONI FIERISTICHE
Quartiere Fieristico di Civitanova Marche • Tel. 0733 780815 • Fax 0733 780820
www.erf.it - segreteria.radiantistica@erf.it

BOLOGNA
Mondo Elettronica.net
FIERA DELL'ELETTRONICA
INFORMATICA E RADIANTISMO
27-28 MARZO
BOLOGNA
PALANORD
PARCO NORD
Da stazione FS - Bus n.25 ogni 15'
Uscita Tangenziale n. 7 bis
ORARIO 9,00 - 18,30
PARCHEGGIO GRATUITO
Elettronica - Hardware
Software - Telefonia - Digitale
Surplus -TV-SAT - Videogames
Componentistica - LCD
Hobbistica - Accessori
Materiali di consumo - Radiantismo
Dischi e CD - HI-FI - Mp3 - Mp4
CODICE MIP 2779661
exposition SERVICE
ORGANIZZAZIONE EVENTI
Tel. 0545 27548
Cell. 348 9030832
www.mondoelettronica.net
info@expositionservice.it
VALE COME RIDOTTO
ANCHE IN FOTOCOPIA

eventi

20-21 febbraio 2010

Expoelettronica Carrara

Expo Elettronica, il grande circuito di mostre mercato dedicate all'elettronica professionale e di consumo, fa tappa a Carrara Fiere con un nuovo appuntamento dedicato al pubblico toscano. La rassegna è 'l'anello mancante' fra "antiquariato tecnologico" e applicazioni "futuribili": una miriade di oggetti e applicazioni ormai indispensabili come computer, software, periferiche, home theater, telefonia fissa e mobile, accessori, ricambi, curiosità elettroniche e digitali.

Dove: Carrara (MS) **Quando:** 20-21 Febbraio 2010

Orari: dalle 9.00 alle 18.00 **Organizzazione:** Blunautilus

Info: www.expoelettronica.it

CODICE MIP 2781617

27-28 febbraio 2010

IX Fiera dell'Informatica, dell'Elettronica e del Radiantismo

Grandi occasioni per tutti, a partire dai supporti per registrazioni audio/video per finire con l'informatica, in continua crescita e il radiantismo. Uno spazio considerevole è stato riservato all'hobbistica e all'elettronica con la mostra scambio del radioamatore - strumenti di misura e apparecchiature elettroniche sono ben rappresentate dai molti espositori specializzati. Oggi F.I.E.Ra. è ancora più ricca, interessante... imperdibile!

Dove: ***Rovigo*** Quando: ***27-28 Febbraio 2010***

Orari: ***dalle 9.00 alle 19.00*** Organizzazione: ***Area Rebus***

Info: www.arearebus.com/fiera

CODICE MIP 2781621

20-21 febbraio 2010

31.a mostra regionale di elettronica

Elettronica CB, informatica, Telefonia, Radio, Componentistica, Computer, TVsat Editoria e strumentazione.

Dove: *Scandiano (RE)* ***Quando:*** *20-21 Febbraio 2010*

Orari: *Sabato dalle 9.00 alle 18.30-Domenica dalle 9.00 alle 18.00*

Organizzazione: *Comune di Scandiano Info: http://www.fierascandiano.it*

CODICE MIP 2781613

CODICE MIP 2778974

NEW
Telecontrollo GSM monocanale
Attuatore Avvisatore
Apricancello GSM
1 uscita a relè
1 ingresso isolato
100% made in Italy
batteria tampone
ultra affidabile
basso costo
GSM CONTROL
www.evrshop.com - tel. 0331.1815404

27-28 febbraio 2010

8.a mostra mercato del radioamatore

Elettronica CB, informatica, Telefonia, Radio, Componentistica, Computer, TVsat Editoria e strumentazione.
Dove: Pompei
Quando: 27-28 Febbraio 2010
Orari: dalle 9.00 alle 13.30 e dalle 15.30 alle 18.30
Organizzazione: ARI Pompei
Info: www.aripompei.it

CODICE MIP 2781619

6-7 marzo 2010

EXPO ELETTRONICA

Da molti anni l'elettronica è entrata a far parte del nostro quotidiano, non solo in ambito professionale ma anche fra le mura di casa: dagli elettrodomestici ai giochi dei bambini, dagli antifurto alla Tv satellitare.
Expo Elettronica a Faenza è uno degli appuntamenti più noti e frequentati sia per l'elettronica di consumo sia per prodotti rivolti ad un pubblico più esperto.
Dove: Faenza (RA)
Quando: 6-7 Marzo 2010
Orari: dalle 9.00 alle 18.00
Organizzazione: Blunautilus
Info: www.expoelettronica.it

CODICE MIP 2781615

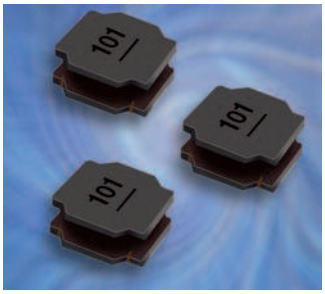
9-11 OTTOBRE 2009

30.a Mostra Mercato Nazionale della Radiantistica Elettronica

Materiale radiantistico per C.B. e radioamatori, Apparecchiature per telecomunicazioni, Surplus, Telefonia, Computers, Antenne e Parabole per radioamatori e Tv Sat, Radio d'epoca, Editoria specializzata. Nell'ambito della fiera si terranno inoltre il Mercatino del Radioamatore con libero scambio tra privati di apparecchiature amatoriali (In collaborazione con Associazione Radioamatori Italiani - Sezione di Civitanova Marche) e la Mostra mercato del disco usato in vinile e CD da collezione.
Dove: Civitanova marche
Quando: 6-7 marzo 2010
Orari: Sabato dalle 9.00 alle 18.00
Organizzazione: E.R.F.
Info: www.erf.it

CODICE MIP 2781623

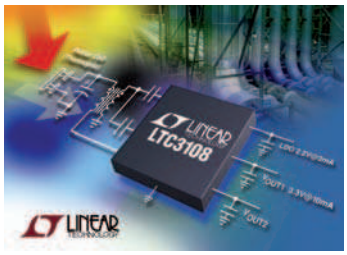
Nuove bobine miniaturizzate MURATA



Murata fa il suo ingresso nel settore degli induttori di potenza di grande formato con una nuova serie di bobine miniaturizzate avvolte da 8x8 mm Hoofddorp, Netherlands: Murata ha annunciato l'introduzione di una nuova serie di induttori di potenza in grado di supportare valori di corrente nominali fino a 8 A. Gli induttori della famiglia LQH88P_38, di dimensioni pari a 8 x 8 mm (formato 3131) e caratterizzati da un profilo di soli 3,8 mm (valore tipico), sono stati progettati per l'uso nei convertitori DC/DC. di apparecchi televisivi a pannello piatto, set-top-box, apparati di registrazione, stazioni base wirelesse numerosi altri dispositivi elettronici consumer. I componenti la serie LQH88P_38 si distinguono per le caratteristiche particolarmente spinte in termini di corrente di polarizzazione continua e possono essere usati in sostituzione di induttori caratterizzati da dimensioni o profilo maggiori, con evidenti vantaggi in termini di ingombri. Questi componenti sono schermati magneticamente mediante una resina a base di ferrite in modo da impedire interferenze con altri dispositivi e circuiti. Sono disponibili versioni caratterizzate da bassa resistenza in continua (fino a 0,006 Ohm) ed elevata corrente nominale; tali caratteristiche contribuiscono ad aumentare l'efficienza complessiva dei convertitori DC/DC.

CODICE MIP 2778947

CONVERTITORE **STEP-UP**



Linear Technology presenta l'LTC3108, un convertitore CC/CC step-up altamente integrato, ideato per l'avvio e il funzionamento da sorgenti a bassissime tensioni, ad esempio generatori termoelettrici, termopile e piccole celle solari. La sua topologia risonante eleva tensioni di ingresso a partire da 20 mV. Le piccole differenze di temperatura possono essere recuperate e utilizzate per generare potenza del sistema invece della tradizionale potenza delle batterie. I dispositivi a recupero energetico sono progettati per applicazioni che richiedono una potenza media molto bassa e impulsi periodici di corrente di carico più elevata. Dalla combinazione tra un package DFN da 3 x 4 mm (o SSOP-16) e componenti esterni molto piccoli nasce una soluzione compatta per applicazioni a recupero energetico.

CODICE MIP 2778930

Cambiamenti organizzativi in **ARROW**

Dal 30 novembre 2009, i marchi Silverstar-Celdis, Claitron-Lasi e Distar sono uniti sotto un unico marchio commerciale: Arrow Electronics. Questo cambiamento rientra nella nuova strategia Europea del gruppo, che prevede una razionalizzazione dei marchi al fine di garantire ai clienti una maggiore uniformità e semplicità nelle relazioni commerciali. Si crea quindi un unico Brand, con una offerta di prodotto completa di tutti i primari produttori presenti sul mercato per Semiconduttori, Passivi, Elettromeccanici, Connettori e Soluzioni Embedded, una linecard con 130 marchi che permette di massimizzare le sinergie tra le diverse tipologie di prodotto. L'organizzazione vendita, così come il supporto tecnico di Arrow Electronics rimangono caratterizzati da una forte presenza territoriale, con la sede di Milano e gli uffici periferici di Torino, Bologna, Firenze, Padova, Ancona e Roma. Da un lato quindi, l'offerta di prodotto tipica del distributore broadline, dall'altro la focalizzazione tipica invece del distributore specialista, al centro il Cliente con un unico punto di contatto per la gestione di tutte le tematiche di business. Business Leader per Arrow Electronics in Italia è Stefano Coletto, responsabile anche delle attività di business per Arrow in Grecia e Israele.

CODICE MIP 2778945

NUOVI CONVERTITORI **AD Texas instruments**

Texas Instruments ha presentato oggi il primo di una nuova classe di convertitori analogico-digitali (ADC) ad alta velocità caratterizzati da consumi bassissimi e prestazioni dinamiche eccellenti su ampie larghezze di banda del segnale, da DC a 550 MHz. Ad una frequenza di campionamento massima di 250 MSPS (mega samples per second), il convertitore ADS4149 a 14 bit consuma il 30% in meno di potenza, fornendo un rapporto segnale/rumore (SNR) superiore di 3 dB rispetto agli ADC della stessa categoria. Questa combinazione di bassi consumi e alte prestazioni garantisce maggiore efficienza e densità e, allo stesso tempo, ottimizza la portata e la sensibilità in applicazioni per il settore della Difesa, apparecchiature di test e sistemi di comunicazione.

CODICE MIP 2778949

Moduli Power Source Equipment

Molex Incorporated annuncia HyperJack™ PoE+, Power Source Equipment (PSE), Integrated Connector Module (ICM). Disponibili nelle configurazioni 2x4 e 2x6, i moduli HyperJack presentano un design completamente integrato che riduce i problemi di progettazione consentendo l'uso della tecnologia Power over Ethernet Plus (PoE+) plug-and-play senza richiedere investimenti nello sviluppo delle capacità PoE+. I moduli PSE Integrated Connector Modules offrono ai tecnici configurazioni di porte flessibili e la possibilità di un rapido passaggio dai design non-PoE a quelli PoE+ completamente integrati. Forniscono un'alimentazione di 51-56V e 3,3V per la gestione e il controllo automatico dell'alimentazione ai dispositivi Ethernet collegati come i telefoni Voice over Internet Protocol (VoIP) , i dispositive di accesso wireless e le telecamere di sicurezza. L'interfaccia I2C consente capacità di gestione supplementari.

CODICE MIP 2778928

fare elettronica

SERVIZIO MIP

MORE INFO PLEASE!

IL SERVIZIO UTILIZZABILE PER RICHIEDERE MAGGIORI INFORMAZIONI SUI CONTENUTI DI FARE ELETTRONICA

ONLINE:

www.farelettronica.com/mip

VIA FAX: 02 66508225

NUMERO DELLA RIVISTA 296

INSERISCI I CODICI MIP PER I QUALI DESIDERI RICEVERE INFORMAZIONI. UTILIZZA IL NUMERO MIP CHE COMPARE ALLA FINE DI OGNI ARTICOLO O ALL'INTERNO DELLE PAGINE DI TUO INTERESSE.

DATI DEL LETTORE

Nome Cognome

Azienda Indirizzo Azienda

Città Cap Prov. Nazione

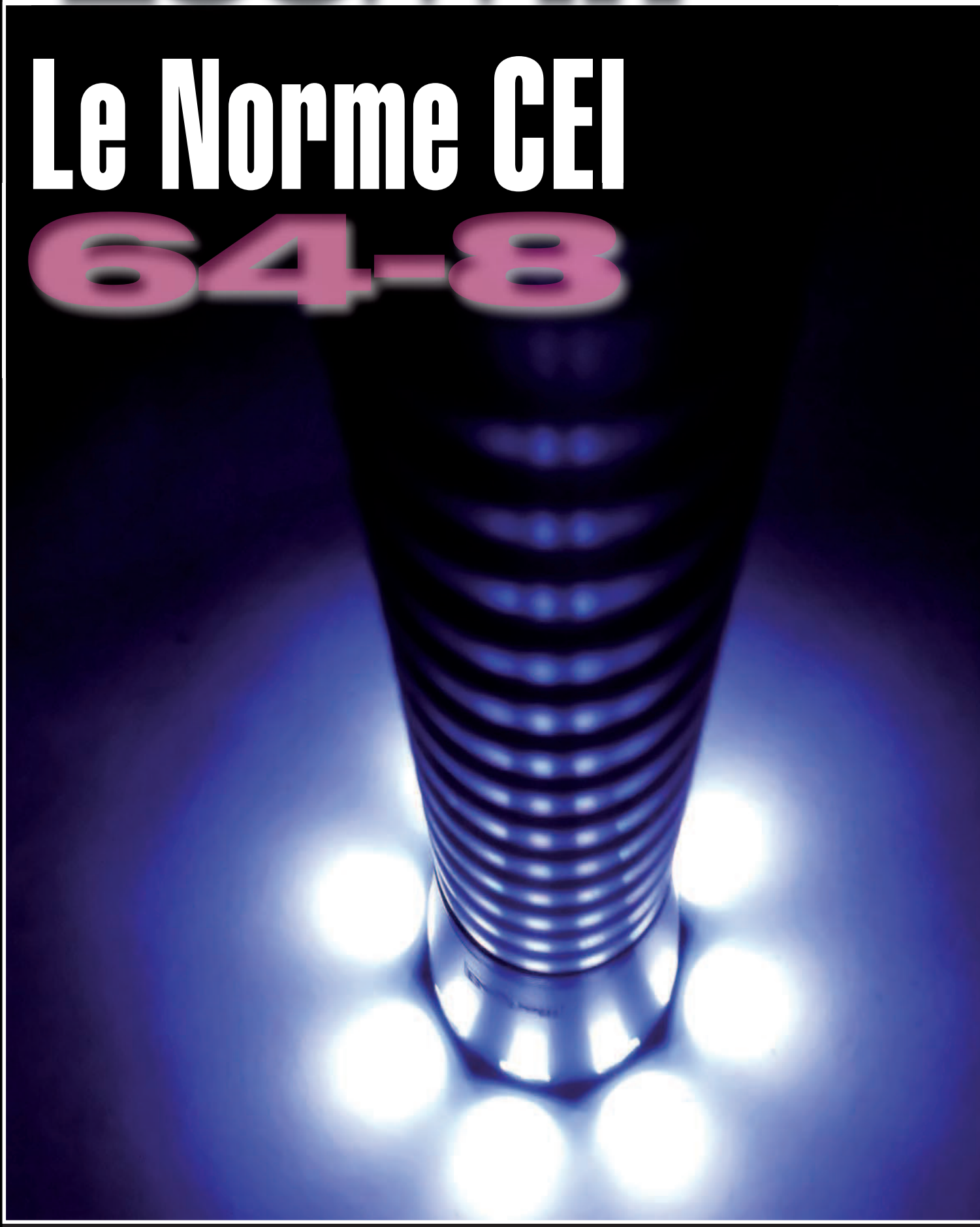
Tel. Fax

e-mail

Privacy. Ai sensi del Decr. Lgs. 196/2003 la informiamo che i dati trasmessi verranno impiegati coi principali scopi di indagini di mercato e nelle modalità previste dallo stesso, prevalentemente con mezzi informatici. Il conferimento, di norma facoltativo, è obbligatorio per permettere il rapporto commerciale. È in ogni caso fatto diritto dell'interessato esercitare i propri diritti, nei modi previsti dal "Titolo II art. 7" della legge sopra citata, scrivendo a Inware Edizioni Via Cadorna 27 – 20032 Cormano o trmite email a info@inwaredizioni.it

di ANTONIO GIANNICO

Le Norme CEI 64-8



Le Norme CEI 64-8 regolamentano i requisiti secondo cui devono essere realizzati e sottoposti a manutenzione gli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Anche se l'argomento esula in qualche modo dal settore propriamente elettronico riteniamo che molti tra i lettori possano trovare interessante conoscere di cosa si tratti, di quale sia più precisamente il loro ambito applicativo e come sono organizzate e strutturate

Come in tutti i campi della tecnica anche in quello degli impianti elettrici vi sono normative e legislazioni che regolamentano il settore e che costituiscono il riferimento sia per motivi tecnici che per motivi legali e di sicurezza per quanti, ingegneri e tecnici, lavorano in questo campo. Le Norme CEI 64-8 riguardanti gli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua sono tra le più importanti e ricorrenti.
Chiunque opera in questo settore si trova costantemente nella necessità di applicare concretamente quanto previsto da queste importantissime norme. Tale necessità deriva in realtà da molteplici fattori che possono essere sia di natura contrattuale che di natura più direttamente connessa agli aspetti di sicurezza elettrica e ad aspetti funzionali propriamente detti. Questi aspetti sono inoltre da mettere in relazione con vincoli di responsabilità civile ed anche penale, come accade spesso quando si ha a che fare con una materia strettamente connessa a questioni di sicurezza. La validità ed il rispetto di queste norme non riguarda solo ed unicamente l'operatività di chi progetta ed esegue la messa in opera degli impianti elettrici ma anche di chi progetta, realizza e immette sul mercato apparecchiature elettriche di qualunque genere, comprese le apparecchiature necessarie alla realizzazione degli stessi impianti.

Figura 1: il CEI nasce per iniziativa dell'AEI all'inizio del 1900, viene rifondato dopo la seconda guerra mondiale dalla stessa AEI, dal CNR e dall'ENEL. Oggi ne fanno parte il CNR, l'AEI, l'ENEL e l'ANIE.

Scopo di questo articolo non è, ovviamente, quello di parlare degli impianti elettrici in quanto un argomento specifico e soprattutto vasto come questo può essere appreso, in modo organico ed esauriente, solo in modo graduale attraverso testi specifici, né quello di illustrare nello specifico le Norme CEI 64-8 data la loro specificità e complessità. Chiunque voglia acquisire competenze nel campo degli impianti elettrici generalmente apprende e studia la materia da testi specifici e con alle spalle almeno le conoscenze basilari di elettrotecnica. Questo tuttavia non basta a chi opera o intende operare professionalmente all'interno del settore per cui prima o poi nasce l'esigenza di fare diretto riferimento alle norme che regolamentano tale materia e quindi in particolare alle norme CEI 64-8. Va ricordato da subito che queste, tuttavia, sono solo alcune delle norme che regolamentano il settore. Leggere la prima volta le Norme CEI 64-8 può comportare alcune difficoltà dovute principalmente a due fattori: il primo risiede nella specificità della materia che richiede un importante lavoro di analisi, di interpretazione e di associazione dei contenuti ai casi pratici che si presentano nella realtà impiantistica; il secondo risiede invece in un aspetto molto più semplice ma non per questo di minore importanza ed è legato al fatto che chi si getta nella lettura di queste norme spesso non ha un idea iniziale precisa dello lo spirito con cui esse sono state pensate, sviluppate e organizzate. Comprendere fin da subito quali siano le linee generali secondo cui queste norme sono stilate, come esse siano suddivise in capitoli o parti e quali siano gli argomenti di ciascuna di queste parti può aiutare quindi fin dall'inizio ad avere un idea più chiara di cosa aspettarsi dal loro studio e di come affrontarlo. Proprio per questo nei seguenti

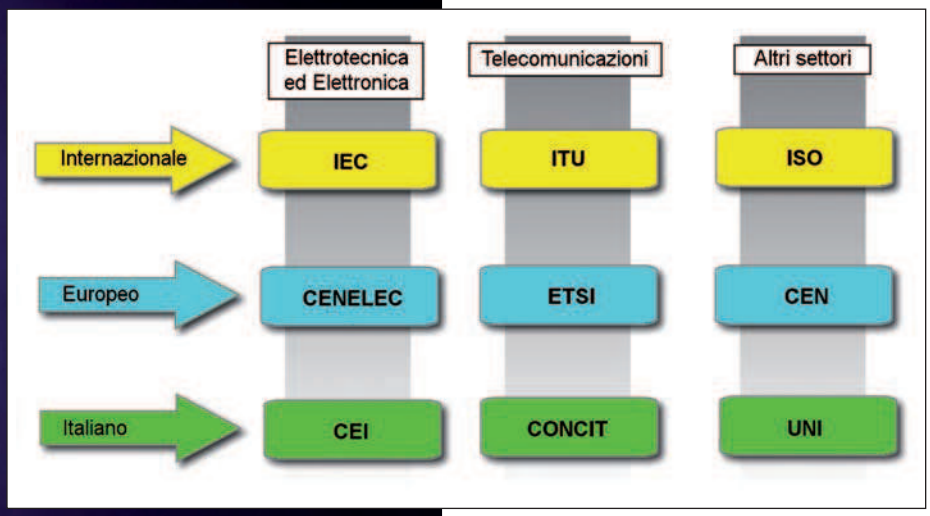
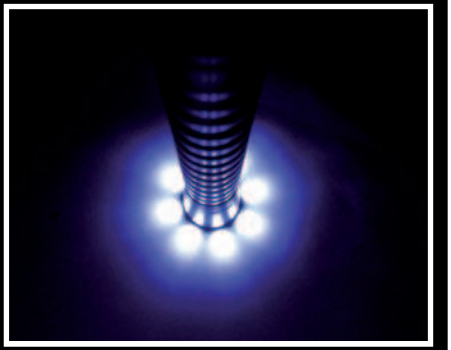


Figura 2: enti normativi italiani, europei e internazionali e relative gerarchie.



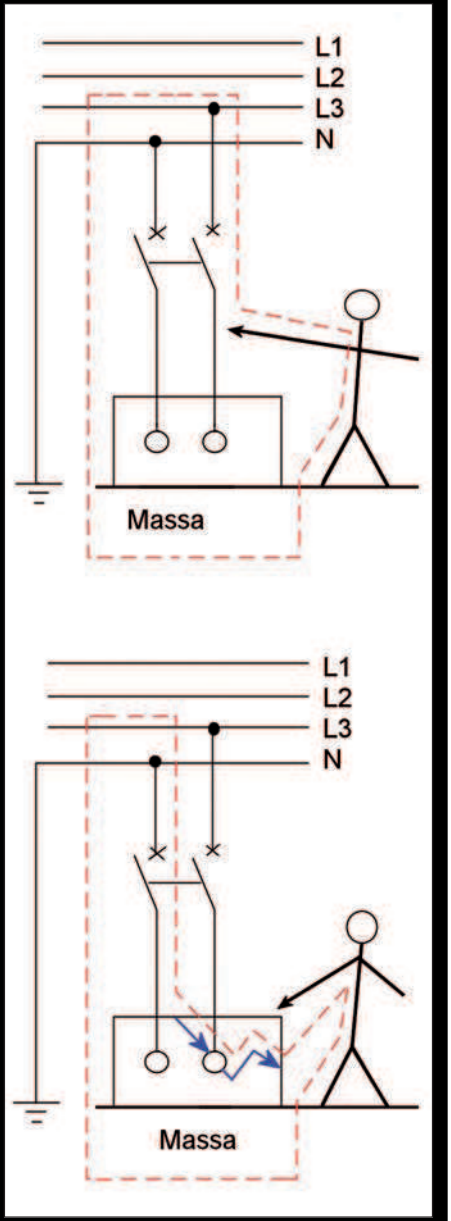


Figura 3: differenza tra contatto diretto (in alto) e contatto indiretto (in basso).

paragrafi illustreremo, brevemente, gli argomenti contenuti nei diversi capitoli della Norma. Essi potranno quindi essere, per chi è interessato all'argomento ma si sente scoraggiato ad affrontarlo direttamente, un'utile introduzione finalizzata sia a conoscerne la struttura che nelle linee generali i contenuti.

NORMATIVE ED UNIFICAZIONE: GLI ENTI NORMATIVI

Normalizzare significa stabilire, nel modo più chiaro possibile, i criteri generali in base ai quali le apparecchiature elettriche, i materiali elettrici, gli impianti elettrici, devono essere progettati e realizzati, con la finalità di garantire l'efficienza e la sicurezza degli stessi oltre che delle persone. Da questo punto di vista è fondamentale il ruolo svolto dagli enti normativi. Tutti i maggiori paesi industrializzati nel mondo hanno Enti normativi agenti a livello nazionale. In Italia questo compito è svolto dal *CEI-Comitato Elettrotecnico Italiano.* Storicamente il CEI nasce all'inizio del 1900 (precisamente nel 1907) fondato dall'*AEI* (Associazione Elettrotecnica Italiana) e viene rifondato dopo la seconda guerra mondiale per volere della stessa *AEI*, del *CNR* (Consiglio Nazionale delle Ricerche) e dell'*ENEL* (Ente Nazionale per l'Energia Elettrica). Oggi fanno parte del CEI il CNR, l'AEI, l'ENEL e l'ANIE.
In altri paesi, ovviamente, agiscono altri enti analoghi con funzioni e competenze equivalenti (BS per la Gran Bretagna, UL per gli Stati Uniti, CSA per il Canada e così via). Storicamente l'intensificarsi dei rapporti commerciali tra i diversi paesi del mondo ha reso sempre più rilevante l'esigenza di unificare a le norme nazionali, in modo da ricondurle al rispetto di vere e proprie norme internazionali. Con questo spirito e con questa finalità è nato pertanto l'IEC (*International Electrotechnical Commission*) che raccoglie parecchie decine di paesi membri e che emana le raccomandazioni alle quali questi devono sostanzialmente adeguare la propria normativa nazionale. Gli enti nazionali ed internazionali operano poi nell'ambito dell'unificazione e dell'armonizzazione cioè

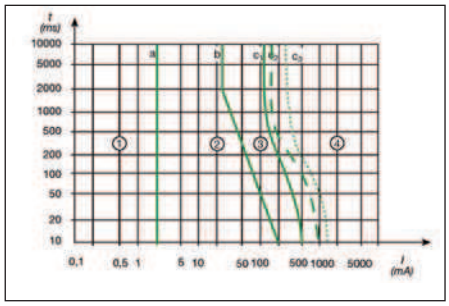


Figura 5: zone di pericolosità della corrente alternata (15-100Hz).

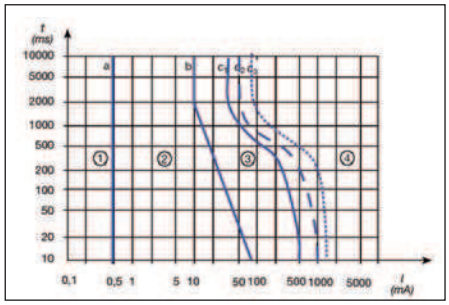


Figura 4: zone di pericolosità della corrente continua.

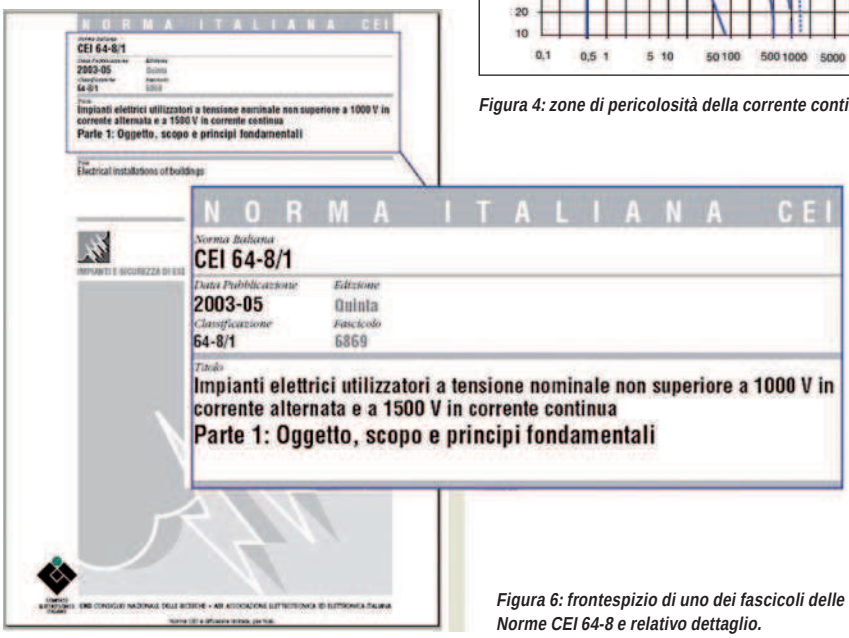


Figura 6: frontespizio di uno dei fascicoli delle Norme CEI 64-8 e relativo dettaglio.

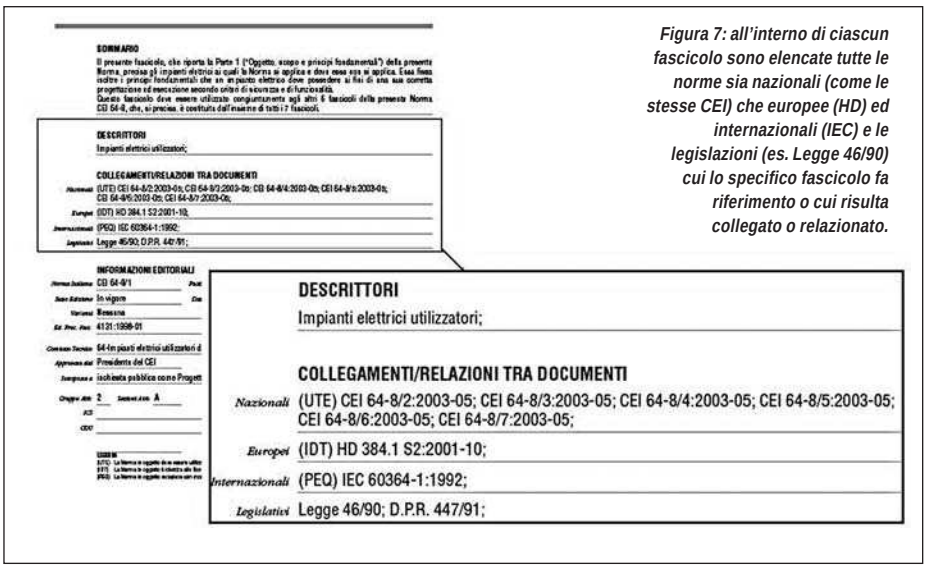


Figura 7: all'interno di ciascun fascicolo sono elencate tutte le norme sia nazionali (come le stesse CEI) che europee (HD) ed internazionali (IEC) e le legislazioni (es. Legge 46/90) cui lo specifico fascicolo fa riferimento o cui risulta collegato o relazionato.

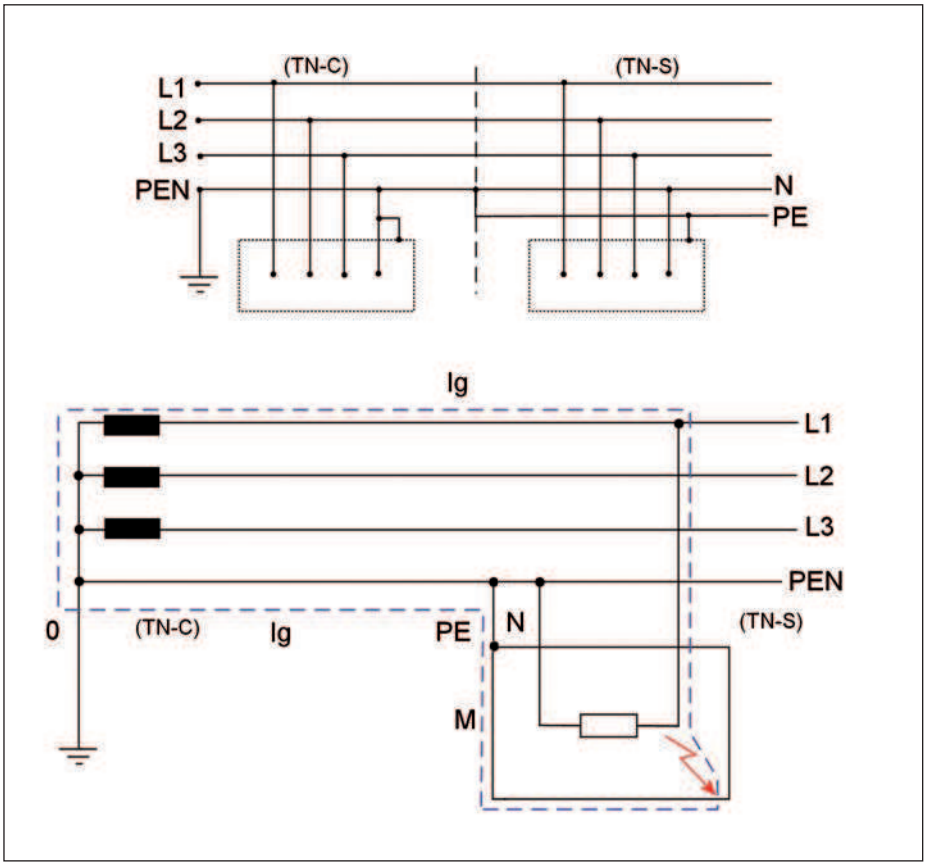
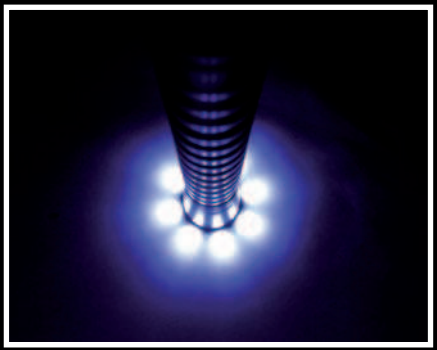


Figura 8: sistema TN-C e TN-CS.

TABELLA 1 - ENTI NORMATIVI ITALIANI, EUROPEI ED INTERNAZIONALI

	INTERNAZIONALE	EUROPEO	ITALIANO
Elettrotecnica ed Elettronica	IEC	CENELEC	CEI
Telecomunicazioni	ITU	ETSI	CONCIT
Altri Settori	ISO	CEN	UNI

dell'unificazione delle caratteristiche di materiali e apparecchi elettrici in modo da uniformarne la produzione, migliorarne la qualità, standardizzarne le caratteristiche ed abbatterne i costi. In Italia agisce in questo campo più precisamente l'UNEL (Unificazione Elettrotecnica). Tanto per fare un esempio le note tabelle sulle sezioni e sulle caratteristiche unificate dei cavi, che ingegneri e tecnici del settore utilizzano comunemente, sono stilate e pubblicate proprio a cura dell'UNEL.
Volendo completare la panoramica sugli enti unificatori che operano nel settore, in modo che il lettore abbia una visione organica dell'argomento, va detto che a livello europeo opera il CENELEC (European Commitee for Electrothecnical Standardization) che emette documenti di armonizzazione siglati HD oppure norme siglate EN che i singoli paesi sono chiamati ad adottare a livello nazionale. L'IEC, pertanto, opera a livello ancora più alto per l'unificazione e l'armonizzazione, cioè appunto a livello internazionale.
Nel 1968 è stata riconosciuta alle norme emanate dal CEI (legge del 1/03/68) la presunzione assoluta di adeguatezza alla "regola dell'arte" dei materiali, delle apparecchiature e degli impianti. Nel 1978, inoltre, con il DM del 15 dicembre il CEI è stato riconosciuto come unico organismo italiano avente diritto di rappresentare l'Italia in sede internazionale nei comitati CENELEC ed IEC. Anche la nota legge 46/90, inoltre, ribadisce la validità delle norme CEI ai fini dell'esecuzione a regola d'arte degli impianti elettrici e della rispondenza a sufficienti requisiti di sicurezza. A tutt'oggi il CEI ha emanato una serie di norme raccolte in migliaia di fascicoli di cui le Norme CEI 64-8 rappresentano solo una piccola ma importantissima parte considerata la vastità del campo applicativo. Nella **tabella 1** si riporta l'elenco degli enti normativi nazionali ed internazionali, organizzati in modo tale che il lettore possa facilmente individuarne competenze e validità.
Lasciamo al lettore approfondimenti ulteriori della stessa tabella che esulano dall'specifico argomento del presente articolo sottolineando, ancora una volta, come le norme adottate all'interno di uno specifico paese sono a loro volta chiamate a rispettare quanto contenuto in quelle più



generali a livello europeo ed internazionale se lo stesso paese fa parte di un ente europeo ed internazionale, come evidenziato dalle relazioni di **figura 2**.

LE NORME CEI 64-8

Le Norme CEI 64-8 hanno come titolo completo e per esteso il seguente: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua". Esse sono indirizzate principalmente ai progettisti, ai tecnici ed agli installatori che operano nell'ambito degli impianti elettrici che rientrano nelle categorie richiamate nel titolo.
Principalmente fissano una serie di punti che devono essere rispettati in merito e che riguardano soprattutto la protezione delle persone contro i contatti diretti ed indiretti negli impianti a bassa e bassissima tensione oltre che gli aspetti funzionali degli stessi impianti. Esse fissano anche una serie di indicazioni impiantistiche riguardanti la scelta dei materiali e la realizzazione degli impianti, aspetti fra loro sinergicamente correlati. Lo scopo principale che ci si deve prefiggere attraverso l'applicazione delle Norme CEI 64-8 è quella di avere una ragionevole certezza che la progettazione, la realizzazione e la manutenzione dell'impianto sia eseguita in maniera tale da assicurare la funzionalità dello stesso impianto ed allo stesso tempo l'adeguata protezione, delle persone e delle cose presenti negli ambienti in cui l'impianto elettrico è realizzato, dai pericoli derivanti dall'impiego della corrente elettrica. Nel perseguire questa finalità è necessario tenere adeguatamente in conto, in particolare, le caratteristiche ambientali (accessibilità, presenza di acqua o umidità, di polveri e materiali infiammabili, ecc...) e la destinazione d'uso degli ambienti stessi. La conoscenza delle norme tecniche CEI 64-8 è quindi il presupposto fondamentale per un approccio corretto alle problematiche degli impian-

TABELLA 2-FATTORE DI PERCORSO DELLA CORRENTE ATTRAVERSO IL CORPO UMANO
(Percorso di riferimento: mano-piede di uno stesso lato del corpo)

PERCORSO	FATTORE DI PERCORSO F
Mano sinistra-Torace	1,5
Mano destra-Torace	1,3
Mano sinistra-piede destro	1
Mano destra-Piede Sinistro	0,8
Mano sinistra-Mano destra	0,4

PER *approfondire...*

- Norme CEI 64-8-Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua (Parte I: Oggetto, scopo e principi fondamentali; Parte II: Definizioni; Parte III: Caratteristiche generali; Parte IV: Prescrizioni per la sicurezza; Parte V:Scelta ed installazione dei componenti elettrici; Parte VI: Verifiche; Parte VII: Ambienti ed applicazioni particolari);
- Impianti Elettrici a norme CEI 64-8 – E. Grassoni – Ed. Utet (II edizione);
- Sistemi di Bassa Tensione-Manuali didattici Gewiss 2004;
- Guida tecnica all'installazione ed al dimensionamento dell'impianto elettrico- ABB SACE.

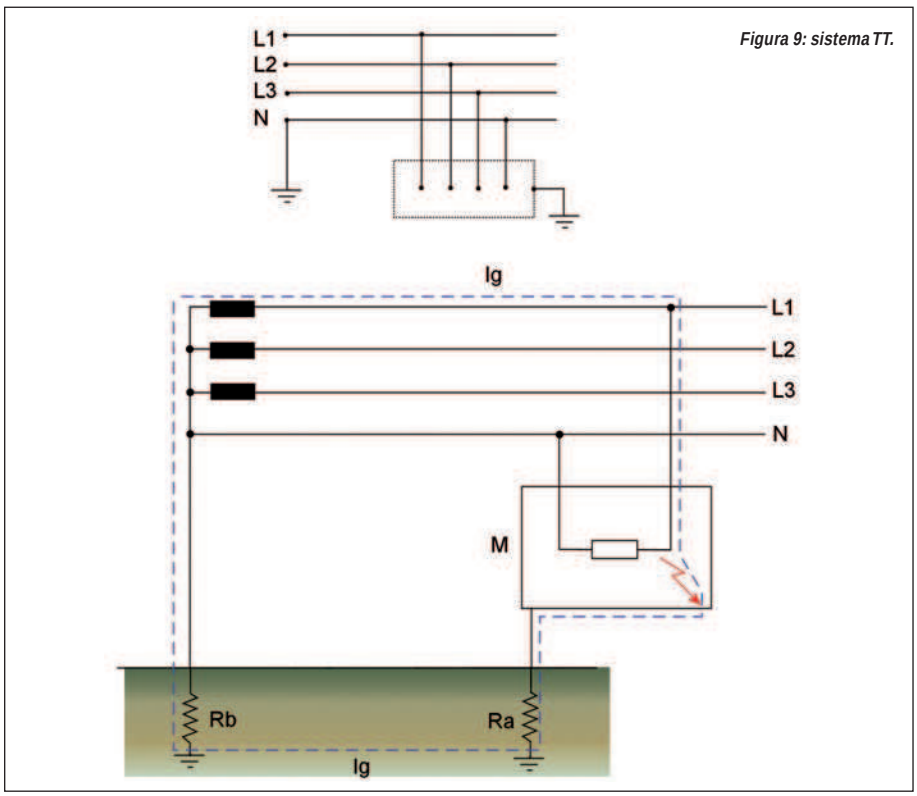


Figura 9: sistema TT.

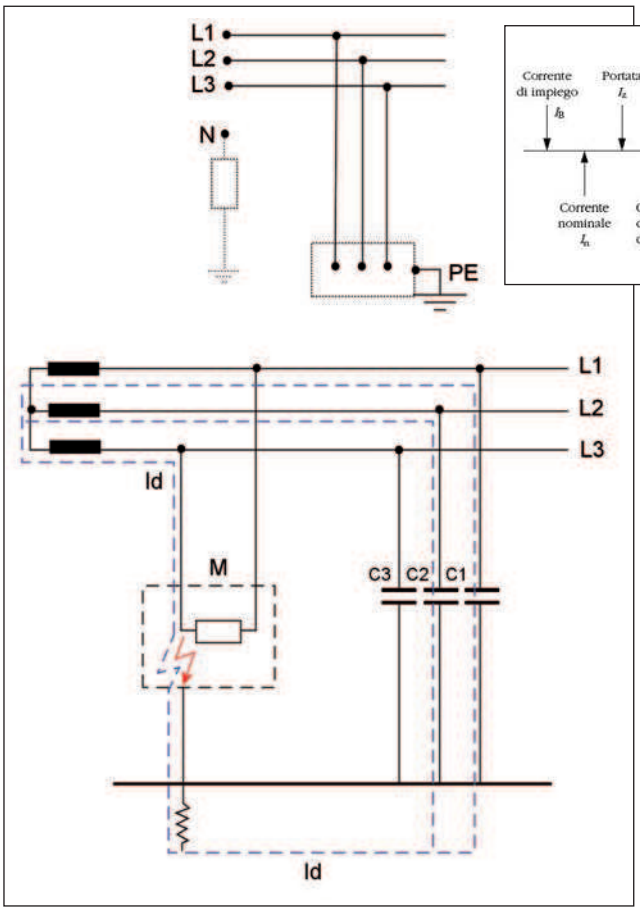


Figura 10: sistema IT.

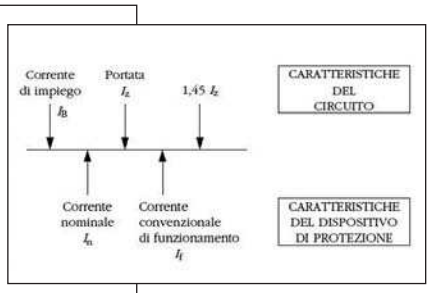


Figura 11: coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione.

ti elettrici, nella progettazione in primo luogo. Occorre pertanto essere ben consapevoli che l'applicazione di queste norme non è un semplice esercizio progettuale bensì il punto di partenza per rendere alto il livello di sicurezza degli impianti, soprattutto per le persone, sebbene la sicurezza stessa non potrà mai in ogni caso essere assoluta.

Detto dei principi fondamentali cui si ispirano le Norme CEI 64-8 occorre precisare che esse sono organizzate e suddivise in 7 distinti fascicoli ciascuno dei quali fissa specifici aspetti e criteri di progettazione e realizzazione che gli impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua devono rispettare.

Ovviamente, non è possibile in alcun modo in un solo articolo trattare in maniera esaustiva le Norme CEI 64-8 e non è infatti questo lo scopo di questo articolo, tuttavia per dare, specie al lettore che non è del settore, un idea abbastanza precisa di cosa contengano queste norme si ritiene opportuno riportare in dettaglio il titolo di ciascuno dei sette fascicoli e qualche spiegazione sul contenuto. Questo consentirà al lettore che lo riterrà opportuno di approfondire in un secondo momento l'argomento affrontandolo con le idee più chiare e soprattutto con l'organicità che merita. Infatti, chi per la prima volta si appresta allo studio di queste norme trova un certo imbarazzo nell'afferrarne ed assimilarne i contenuti in maniera adeguata per diversi motivi: da un lato studiare un argomento da un testo specialistico o approfondirne la conoscenza mediante lo studio di una raccolta di norme non è certo la stessa cosa in quanto l'applicazione pratica di quanto contenuto in una norma necessita spesso di una corretta interpretazione, dall'altro la corretta interpretazione necessita spesso di nozioni che solo chi effettivamente è addentrato nella materia può possedere.

Occorre inoltre porre particolare attenzione al linguaggio utilizzato nell'esposizione dei diversi articoli della norma, poiché quest'ultimo, come accade in tutte le norme, non è casuale ed è volto a puntualizzarne il più possibile molteplici aspetti seppur senza lederne le generalità applicative.

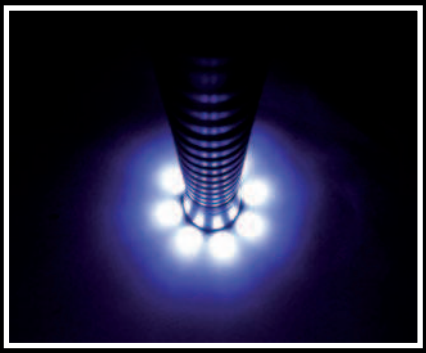
Ovviamente, per comprendere il contenuto di queste norme è necessario avere almeno delle sufficienti e pregresse basi di elettrotecnica e di impianti elettrici e riuscire a correlarle in maniera critica e sinergica.

LE NORME CEI 64-8 ALLA LUCE DELLA PERICOLOSITÀ DELLA CORRENTE ELETTRICA

Prima di parlare in maniera più esplicita delle NORME CEI 64-8 occorre premettere che la validità di un impianto elettrico non può, in generale, prescindere né dagli aspetti funzionali, né da quelli più propriamente di sicurezza. Esso deve pertanto essere realizzato in maniera tale da salvaguardare prima di tutto le persone che operano nell'ambiente in cui l'impianto stesso è realizzato contro l'evento elettrocuzione, cioè l'evento fisiopatologico conseguente alla scossa elettrica, cioè al passaggio di una corrente elettrica di un certo valore all'interno del corpo umano. Questo è uno dei punti che ispira maggiormente molti delle prescrizioni delle Norme CEI 64-8 e non potrebbe essere altrimenti se si pensa che i luoghi residenziali abitativi, solo per considerare quelli più abitualmente frequentati da una persona, sono generalmente frequentati da persone non addestrate nei confronti dell'uso delle apparecchiature elettriche e che hanno una conoscenza generica degli impianti stessi. L'impianto elettrico deve quindi risultare intrinsecamente sicuro per le persone a prescindere dal loro grado di conoscenza sulla pericolosità della corrente elettrica. Appare chiaro allora che realizzare un impianto, come si usa dire a regola d'arte, significa nella maggior parte dei casi rispettare, per lo più, tutto quanto è prescritto nelle Norme CEI 64-8 dato che queste si ispirano fortemente alle problematiche appena esposte.

Molte delle loro prescrizioni, infatti, derivano da uno studio fisico e fisiopatologico sulla pericolosità della corrente elettrica. Quest'ultima è più precisamente misurata in funzione degli effetti che la corrente elettrica è in grado di provocare nel corpo umano quando lo attraversa. Ovviamente, come è logico immaginare, tale pericolosità dipende anche dal tempo per il quale tale corrente perdura nel circolare all'interno del corpo umano. Questo aspetto è riassunto dal CEI 64, fasc. 4985 nei diagrammi di **figura 4** e **figura 5** validi rispettivamente per correnti continue e per correnti alternate.

Nei suddetti diagrammi si osservano diverse zone di pericolosità i cui punti sono



contraddistinti ciascuno da un valore di corrente e da un valore di durata. Ecco quindi che una corrente di poche decine di milliampere può essere considerata non pericolosa se perdura per un tempo sufficientemente limitato e molto più pericolosa se perdura per un tempo maggiore. Tutti i punti della zona 1 sono considerati punti a valori inferiori alla soglia di sensibilità; si tratta cioè di correnti che a prescindere dalla durata non vengono generalmente avvertiti dal soggetto. La linea di demarcazione "a " può essere pertanto considerata come una soglia di percezione. La zona 2, diversamente, rappresentata punti (corrente, durata) che di norma vengono avvertiti dal soggetto ma che non provocano solitamente effetti fisiopatologici pericolosi;
La zona 3 invece individua punti (corrente, durata) in grado di generare effetti fisiopatologici di gravità crescente all'aumentare di corrente e tempo di esposizione. I disturbi generati da correnti di questo tipo possono essere di vario tipo ed in genere comportano contrazioni muscolari, aumento della pressione sanguigna, disturbi nella formazione e trasmissione degli impulsi elettrici del cuore. Quasi sempre tuttavia, i disturbi provocati in questa zona, sebbene chiaramente avvertiti dal soggetto, hanno effetto reversibile e terminano al cessare del contatto diretto o indiretto con parti attive dell'impianto che ne è all'origine. La zona 4 invece racchiude i punti di maggiore pericolosità in quanto correnti di questi valori, che perdurano per le durate desumibili dallo stesso diagramma, sono generalmente in grado di innescare fibrillazione ventricolare, ustioni anche gravi e nei casi più pericolosi arresto della respirazione ed arresto cardiaco. In realtà, la pericolosità della corrente elettrica è anche funzione del percorso che la stessa corrente fa all'interno del corpo umano. Le curve C2 e C3 corrispondono a una probabilità di fibrillazione ventricolare rispettivamente del 5% e 50 %. Fibrillazione significa una condizione nella quale, a causa della forte corrente di provenienza esterna, i ventricoli sono stimolati in modo disordinato e si contraggono pertanto in modo altrettanto disordinato e caotico. Questo effetto impedisce al cuore di svolgere la sua funzione con le conseguenze che è facile immaginare. Il CEI ha fissato i cosiddetti fattori di percorso F della corrente attraverso il corpo; più elevato è il valore di F, maggiore è il pericolo. Prendendo come riferimento (F = 1) il percorso mano piede di uno stesso lato del corpo (ad esempio mano destra - piede destro) si hanno, per i percorsi più tipici in caso di elettrocuzione, i valori di F riportati in **tabella 2**. Fisiologicamente è stato sperimentato che a livello cardiaco il momento meno favorevole si ha quando il fenomeno dell'elettrocuzione inizia tra la fine della contrazione cardiaca e l'inizio dell'espansione. Ovviamente, il valore della corrente che attraversa il corpo umano, venuto accidentalmente in contatto con una parte in tensione, dipende dal valore della resistenza elettrica del singolo individuo, valore che in una certa misura è aleatorio e può essere soggetto a variazioni in funzione di molteplici fattori anche ambientali e fisici (umidità, sudorazione, presenza di calli, ecc...). Se si considera un valore medio di resistenza pari a 3 kΩ, una tensione di soli 60 V (frequenza 50 Hz) provoca la circolazione

Figura 12: classificazione e schematizzazione dei tipi di contatto e delle relative misure di protezione.

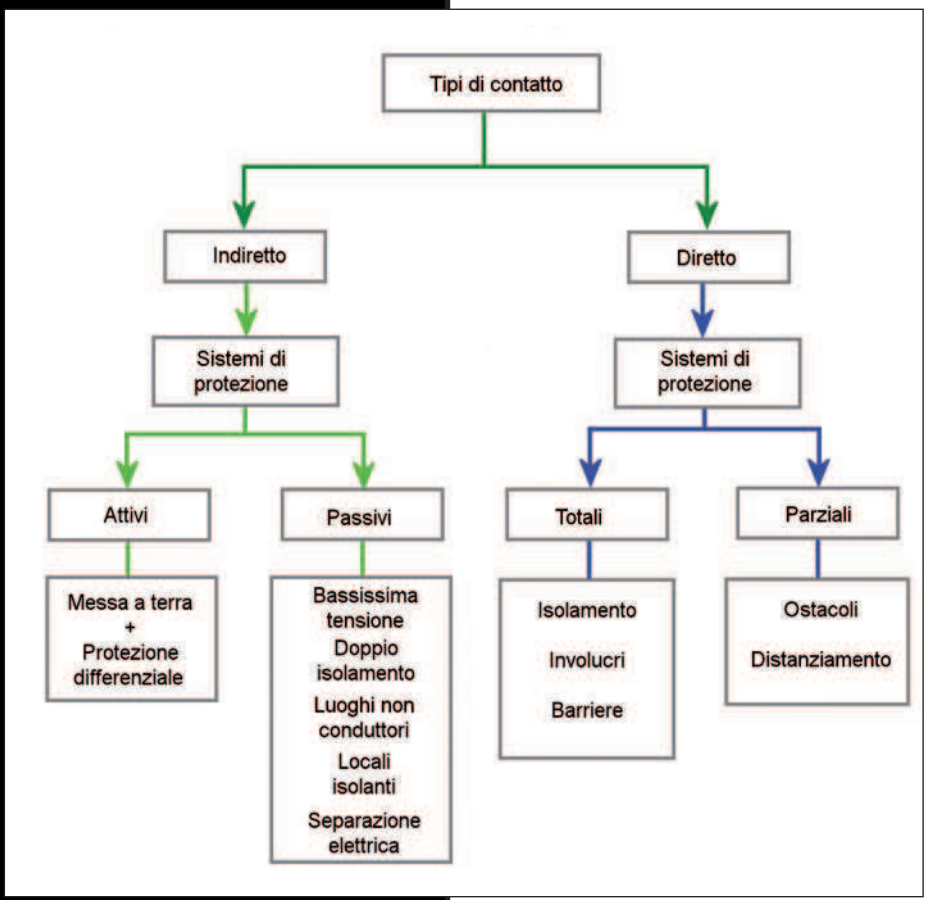


TABELLA 3-ELENCO DEI FASCICOLI IN CUI SI SUDDIVIDONO LE NORME CEI 64-8

FASCICOLO	TITOLO
CEI 64-8/1 (Parte I)	Oggetto, scopo e principi fondamentali
CEI 64-8/2 (Parte II)	Definizioni
CEI 64-8/3 (Parte III)	Caratteristiche generali
CEI 64-8/IV (Parte IV)	Prescrizioni per la sicurezza
CEI 64-8/V (Parte V)	Scelta ed installazione di componenti elettrici
CEI 64-8/VI (Parte VI)	Verifiche

di una corrente di 20 mA, valore che rappresenta il limite della corrente di distacco (fenomeno della tetanizzazione) per la quasi totalità degli individui. Analogamente, anche per la corrente alternata (15/100 Hz) si definiscono zone simili. Come al solito, nella zona 1 si ha assenza di reazioni cioè si è al di sotto della soglia di percezione; nella zona 2 non si ha, in genere, nessun effetto fisiologico pericoloso, fino alla soglia di tetanizzazione; nella zona 3 possono verificarsi effetti patofisiologici, in genere reversibili, che aumentano con l'intensità della corrente e del tempo di esposizione (contrazioni muscolari, difficoltà di respirazione, aumento della pressione sanguigna, disturbi nella formazione e trasmissione degli impulsi elettrici cardiaci, compreso la fibrillazione atriale e arresti temporali del cuore ma senza fibrillazione ventricolare) mentre la zona 4 corrisponde ancora una volta alla probabile fibrillazione ventricolare, arresto del cuore, arresto della respirazione e gravi bruciature. Le curve C2 e C3 corrispondono a una probabilità di fibrillazione ventricolare rispettivamente del 5% e 50 %.

STRUTTURA DELLE NORME CEI 64-8

Il frontespizio di ciascuno dei fascicoli delle norme CEI 64-8 presenta una serie di informazioni su cui occorre, almeno la prima volta, porre lo sguardo con attenzione. Su di esso sono riportate le seguenti informazioni:

- Norma e relativo fascicolo;
- Data di pubblicazione ed Edizione;
- Numero del Fascicolo;
- Titolo generale della Norma e specifico del fascicolo (o parte).

Si veda per maggiore comprensione la **figura 6** in cui si riportano proprio questi dettagli relativamente al primo fascicolo della Norma (quinta edizione). Analogamente si presenta il prospetto degli altri sei fascicoli che evitiamo di riportare.

L'edizione è periodicamente aggiornata, come accade per qualunque norma, poiché come in tutti i settori vi è una costante opera di adeguamento soprattutto alla normativa internazionale ed in particolare a quella europea. Inoltre, anche parti che non subiscono modifiche sostanziali vengono spesso aggiornate in maniera tale da migliorarne la comprensibilità e quindi la facilità di applicazione nei casi pratici. Nella seconda pagina di ciascun fascicolo sono richiamati tutte le norme, sia nazionali (come le stesse CEI) che europee (HD) ed internazionali (IEC) e le legislazioni (es. Legge 46/90) cui lo specifico fascicolo fa riferimento o cui risulta collegato o relazionato **(figura 7)**.

Le Norme CEI 64-8 fissano sostanzialmente, attraverso il contenuto dei diversi fascicoli, i criteri di esecuzioni di un impianto elettrico utilizzatore a bassa tensione per poter rispondere ai requisiti di regola dell'arte come espressamente richiesto dalla legge 186/68 e dalla legge 46/90 in materia di sicurezza degli impianti elettrici. Le Norme costituiscono, pertanto, i criteri di riferimento, nel senso più ampio del termine per progettisti, tecnici ed installatori è non un testo di impiantistica elettrica. Al fine di dare al lettore che vorrà approfondire l'argomento un'idea più corretta e precisa di quanto contenuto nelle Norme CEI 64-8, si propone nella descrizione che segue una sommaria esposizione degli argomenti trattati in ciascuna parte (fascicolo).

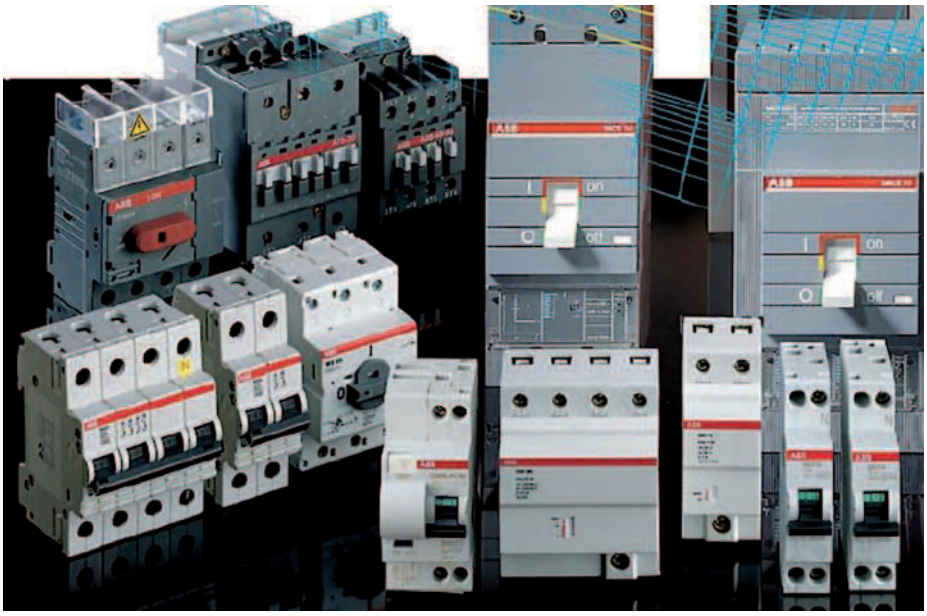
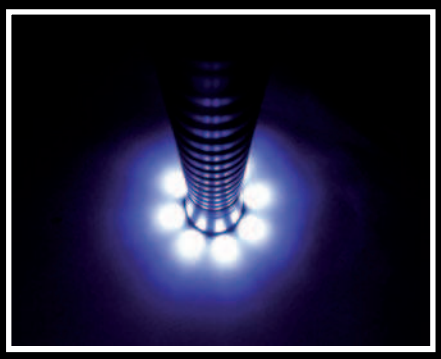


Figura 13: le misure di protezione prescritte dalle Norme CEI 64-8 prevedono l'impiego di appositi dispositivi di interruzione automatica.

CEI 64-8/1 (PARTE I):

Oggetto, scopo e principi fondamentali

Questa prima parte delle norme CEI 64-8, come il titolo stesso suggerisce, definisce lo scopo della norma ed i principi fondamentali cui essa si ispira. In particolare, fissa i principi fondamentali che un impianto elettrico deve rispettare ai fini di una sua corretta progettazione ed esecuzione con particolare riferimento ai criteri di sicurezza e di funzionalità. Come gli altri fascicoli che lo seguono e suddiviso in due parti che si sviluppano parallela-



mente, la prima a sinistra definita "Parte Norma" riporta le prescrizioni normative mentre la seconda a destra, definita "Parte commento" riporta, ove ritenuto opportuno, le interpretazioni e i commenti che possono in qualche modo facilitare l'applicazione della norma stessa. Questa prima parte della norma precisa che essa si applica ad edifici a destinazione residenziale, ad edifici e strutture destinate all'uso commerciali e pubblico, ad edifici industriali, agricoli e zootecnici ed anche a campeggi, caravan, fiere e strutture temporanee in genere. Già questo fa comprendere quanto sia ampio in realtà il campo applicativo. Gli impianti elettrici utilizzatori di edifici ad uso residenziale, in particolare, sono sistemi alimentai direttamente da una rete di distribuzione pubblica di categoria I e sono identificati dal modo di collegamento a terra che generalmente è di tipo TT, e dalla tensione di alimentazione che è in monofase 230Vac ed in trifase 230/400Vac. Impianti che richiedono potenze superiori e che sono generalmente alimentati tramite apposita cabina di trasformazione, sono invece caratterizzati da collegamento a terra di tipo TT, TN o IT e in qualche misura sono comunque presi in considerazione dalla stessa norma. A tale proposito, va sottolineato come la stessa Norma CEI 64-8

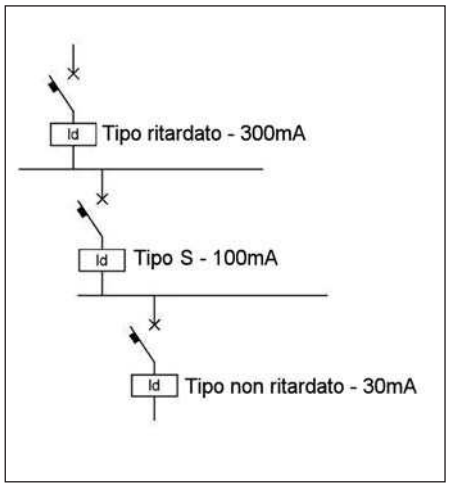


Figura 14: la selettività è uno dei concetti di maggiore importanza da un punto di vista funzionale che è necessario applicare nella progettazione, specie di impianti elettrici complessi.

non sostituisce in ogni caso importanti guide (es. CEI 64-51, 64-52, 64-53, 64-55) specifiche per impianti elettrici in ambienti particolari come centri commerciali, ambienti scolastici, strutture alberghiere ed altri ambienti simili. La norma stessa, come recita il titolo generale (Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua) si applica esclusivamente ad impianti a tensione nominale non superiore a 1000V in cor-

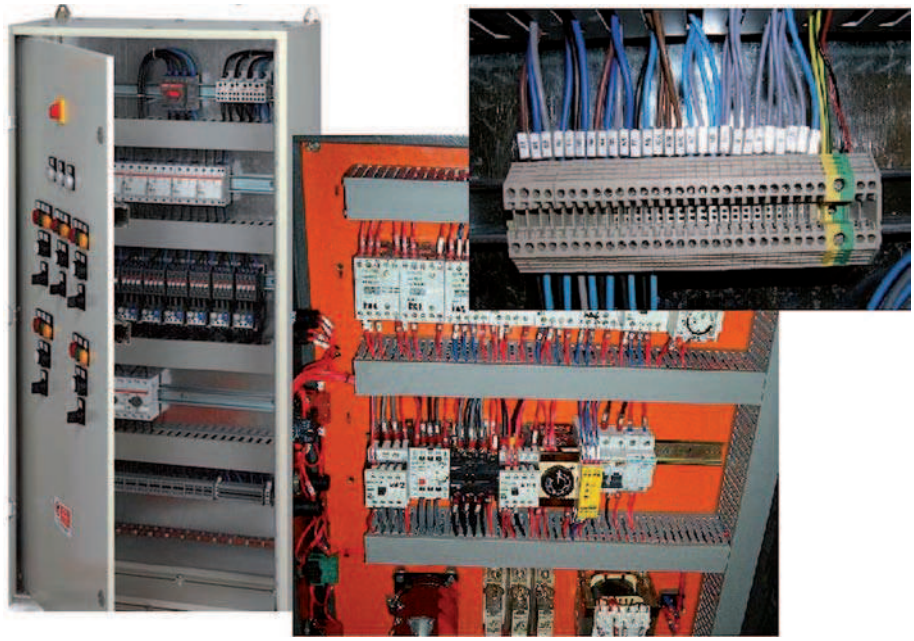


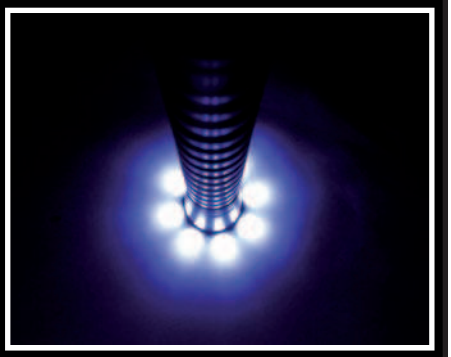
Figura 15: la messa in servizio di un impianto deve essere preceduta da verifiche visive e prove funzionali sui dispositivi di protezione che ne accertino l'esecuzione a regola d'arte.

rente alternata e 1500V in corrente continua. Per la tensione alternata, inoltre, la norma prende in considerazione prevalentemente frequenze a 50, 60 e 400 Hz. E' importante tuttavia sottolineare come la stessa norma recita, in questo fascicolo, che essa non si applica ad equipaggiamenti per trazione elettrica, ad equipaggiamenti elettrici di autoveicoli, a bordo navi e di aeromobili, agli impianti elettrici di illuminazione pubblica (cui si applica la norma CEI 64-7), in miniere, alle recinzioni elettriche ed alla protezione degli edifici contro i fulmini (cui si applica la norma CEI 81-7) ed agli impianti di produzione e trasmissione dell'energia elettrica che introducono, per loro natura, particolarità specifiche che è necessario trattare in maniera specifica. In questo fascicolo è inoltre esplicitamente puntualizzato come la norma contenga le prescrizioni riguardanti sia il progetto che la messa in opera e la verifica degli impianti elettrici, con la finalità di assicurare la sicurezza delle persone e dei beni contro i pericoli ed i danni che possono derivare dall'utilizzo degli impianti elettrici. Infatti negli impianti elettrici esistono fondamentalmente due tipi di pericoli: le correnti pericolose per il corpo umano e le temperature che possono generarsi per effetto della corrente elettrica e che possono indirettamente provocare ustioni, incendi ed altri effetti o fenomeni pericolosi.
Le persone, infatti, devono essere prima di tutto protette contro i pericoli che posono derivare da eventuali contatti diretti con parti attive dell'impianto elettrico. Ovviamente, nessuna norma, per quanto ben studiata e applicata, può garantire in modo assoluto l'incolumità delle persone e dei beni dai pericoli dell'energia elettrica ma può certamente renderla estremamente probabile. Le norme precisano come la protezione contro i contatti diretti possa essere attuata mediante due principali metodi: impedendo che la corrente possa passare attraverso il corpo umano oppure limitando opportunamente il valore di questa corrente al di sotto dei valori fisiologicamente pericolosi. Evidentemente questo impone la necessità di definire quando e perché una corrente elettrica che attraversi il corpo umano può divenire pericolosa. A tale proposito alcuni dettagli sono riportati all'interno del successivo paragrafo.
Le persone devono altresì essere protette contro i contatti indiretti cioè dai pericoli che possono derivare dal contatto con masse che in caso di guasto possano essere caratterizzate da una mancanza di isolamento e pertanto venire a loro volta in contatto con parti attive. Le linee che le norme individuano per la protezione da questo tipo di contatti sono l'impedire che la corrente passi attraverso il corpo ed il limitare la corrente che può attraversare il corpo umano al di sotto dei valori fisiologicamente pericolosi, attraverso l'interruzione automatica dell'alimentazione. A tale proposito (protezione dai contatti indiretti) l'utilizzo di collegamenti equipotenziali tra le masse costituisce un principio fondamentale di sicurezza.
Va aggiunto che già questa prima parte delle Norme CEI 64-8 evidenzia la necessità di adottare adeguate protezioni contro le sovracorrenti e precisa che sia le persone che i beni debbano essere protetti dagli effetti termici e dalle sollecitazioni meccaniche (effetti elettrodinamici) che le correnti possono generare, mediante interruzione automatica della stessa sovracorrente con modalità e tempi opportuni oppure mediante opportuna limitazione della stessa sovracorrente. Vi è poi la necessità di prendere in considerazione l'adeguato dimensionamento dei conduttori, compresi quelli non attivi ma che possono essere veicolo di fuga per le correnti di guasto. Protezioni contro le sovratensioni, anche di origine esterna agli impianti (scariche atmosferiche) e pericoli che in casi particolari possano derivare per la mancanza di tensione sono prese in considerazione da queste norme.
Esse precisano, fin dalla prima parte, l'importanza di un corretto dimensionamento dei cavi e che i principi generali su cui si basa questa operazione devono sostanzialmente prevedere il rispetto della loro massima temperatura di servizio, l'intervento tempestivo contro le sollecitazioni termiche ed elettromeccaniche che possono insorgere in seguito a corto-circuiti, il rispetto della caduta di tensione massima ammissibile ed il rispetto di criteri di protezione dai corto-circuiti nei quali come è logico attendersi l'impedenza dei cavi gioca un ruolo fondamentale. In queste valutazioni, che portano tra le altre cose a definire correttamente la portata delle condutture, entrano in gioco anche aspetti specifici sulla posa dei cavi, e che giocano un ruolo importante sulle sollecitazioni termiche. Tutte queste considerazioni si traducono in indicazioni sul dimensionamento e sulla scelta dei dispositivi di protezione. Indicazioni circa l'accessibilità dei componenti elettrici durante l'installazione e successivamente durante la vita dell'impianto, per manutenzioni e riparazioni, circa le condizioni di installazione con particolare riferimento a quelle ambientali sono inoltre esplicitamente citate già in questa prima parte della norma.

CEI 64-8/2 (PARTE II):

Definizioni

La Parte II delle Norme CEI 64-8 riporta le definizioni necessarie per la comprensione dei requisiti normativi richiesti da un impianto elettrico. In altre parole precisa il significato di tutti i termini specifici che ricorrono nel testo della Norma. Molti di questi termini sono infatti spesso erroneamante da molti utilizzati dando loro un significato generico che rischia di rendere labile ed imprecisa l'interpretazione di concetti che invece necessitano di essere fissati in una forma che sia quanto più possibile inequivocabile.
Evitiamo di entrare nello specifico e ci limitiamo a precisare semplicemente a riguardo che in questa parte, tra le altre cose, viene definito il concetto di shock elettrico come l'effetto patofisiologico risultante dal passaggio di una corrente elettrica attraverso il corpo umano. In relazione a questo concetto le norme precisano che l'isolamento in una apparecchiatura può corrispondere a diversi livelli che risultano definiti opportunamente e che corrispondono alla seguente terminologia: isolamento principale (che a volte potrebbe coincidere con lo stesso isolamento funzionale), isolamento supplementare, doppio isolamento ed isolamento rinforzato.
Occorre sottolineare, come è fatto correttamente in qualunque testo di impianti elettrici, che le Norme CEI 64-8 definiscono già in questa seconda parte come una sovracorrente altro non sia che una



corrente che supera il valore nominale dei componenti da essa interessati all'interno di un impianto. Esse possono essere distinte in correnti di sovraccarico e correnti di corto-circuito. Le prime sono delle sovracorrenti che si verificano in impianti in ogni caso sani, al contrario delle correnti di corto-circuito che verificandosi in seguito all'instaurarsi di una impedenza trascurabile fra due punti in tensioni, che normalmente dovrebbero essere isolati, costituiscono di fatto un guasto dell'impianto, che in mancanza di adeguate contromisure e precauzioni può provocare gravi conseguenze (danneggiamenti di cose ed apparati nei casi meno gravi fino ad incendi e conseguenze sulle persone nei casi più gravi). Le parti successive della norma prendono pertanto in considerazione queste situazioni e ne specificano le prescrizioni atte a prevenirle e contrastarle.

CEI 64-8/3 (PARTE III):

Caratteristiche generali

La parte III delle norme CEI 64-8 precisa i requisiti generali che un impianto elettrico deve possedere in relazione alla sua configurazione circuitale, all'alimentazione ed alla compatibilità dei componenti elettrici tra loro, sempre nell'ottica di rispondere a determinati requisiti di protezione delle persone e dei beni. In questa parte i sistemi elettrici vengono definiti e classificati in funzione del numero e dell'impiego dei conduttori attivi e del tipo di connessione a terra. Le sigle indicano con la prima lettera il tipo di connessione verso terra del sistema di alimentazione e con la seconda il tipo di connessione delle masse dell'impianto elettrico verso terra. In **figura 8** si schematizza il caso del sistema TN nelle diverse versioni cioè TN-S:conduttore di neutro (N) e protezione (PE) separati; TN-C: conduttore di neutro (N) e di protezione (PE) in comune a formare un unico conduttore (PEN) e TN-C-S-Conduttore di neutro (N) e protezione combinate in un solo conduttore solo in una parte dell'impianto.
In **figura 9** è invece mostrato il caso di sistema TT in cui un punto dell'alimentazione (centro stella) è collegato direttamente ad una propria terra e le masse dell'impianto utilizzatore sono collegate ad un proprio impianto di terra elettricamente indipendente da quello di alimentazione.
In **figura 10** è invece riportato un sistema IT in cui cioè tutte le parti attive sono isolate da terra mentre le masse dell'impianto utilizzatore sono collegate a terra. La corrente dovuta ad un guasto verso terra può richiudersi in questo caso solo attraverso le capacità parassite dell'impianto.
Il tipo di sistema è fondamentale nel definire le misure di protezione che le norme prescrivono nelle successive parti.

CEI 64-8/IV (PARTE IV):

Prescrizioni per la sicurezza

La parte quarta delle Norme CEI 64-8 fornisce, alla luce di quanto esposto nelle parti precedenti, le prescrizioni necessarie a garantire la sicurezza delle persone e dei beni e quelle necessarie alla loro applicazione. Nello specifico quindi, vengono fissate le prescrizioni riguardanti la protezione contro i contatti diretti ed indiretti, contro le sovracorrenti e per l'attuazione del corretto sezionamento e comando degli impianti stessi. Questa parte delle norme CEI 64-8 è pertanto, per certi versi, cruciale perché ricca di prescrizioni direttamente connesse alla progettazione degli impianti. In questa parte della norma vengono definite quindi le condizioni in presenza delle quali vi è intrinsecamente protezione contro i contatti sia diretti che indiretti (come nel caso di tensione nominale non superiore a 50V efficaci in corrente alternata e 120 V in corrente continua) e tutto quello che riguarda in termini normativi l'impiego di sistemi a bassissima tensione PELV (bassissima tensione di sicurezza, in passato denominata BTS), FELV (bassissima tensione di protezione) e FELV (bassissima tensione funzionale, in passato denominata BTF). Vengono esposte, in particolare, sia le prescrizioni per la protezione dai contatti diretti attuate per mezzo dell'impiago di involucri e barriere adeguate sia le prescrizioni per la protezione addizionale mediante interruttori differenziali. A riguardo degli interruttori differenziali viene esplicitamente prescritto che l'impiego di questi dispositivi come mezzo addizionale per la protezione contro i contatti diretti deve prevedere corrente differenziale non supe-

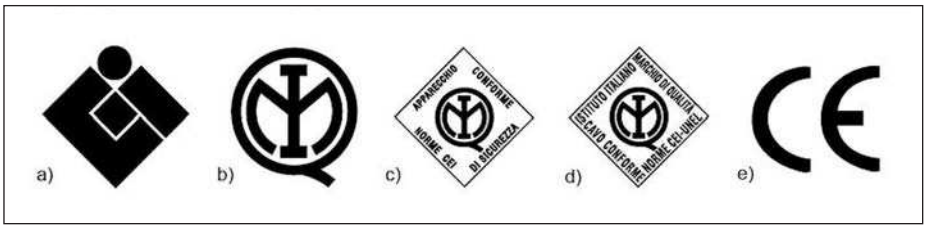


Figura 16: a) Contrassegno CEI; b) Marchio IMQ di uso generale; c) Marchio IMQ per gli apparati elettrici; d) Marchio IMQ per le matasse dei cavi; e) Marcatura CE Europea.

riore a 30 mA. Ovviamente, le stesse norme precisano che, pur eliminando gran parte dei rischi dovuti ai contatti diretti, l'impiego degli interruttori differenziali con corrente differenziale non superiore a 30 mA non è riconosciuto come una misura di protezione completa. Ovviamente, il loro impiego permette d'altronde ed al tempo stesso di ottenere protezione contro i contatti indiretti in condizioni di messa a terra anche mediocre, assicurando, indirettamente, una migliore protezione verso situazioni di guasto (dispersioni dovuti a difetti di isolamento) che possono generare l'insorgere di correnti verso terra. Ecco che l'interruzione automatica dell'alimentazione in presenza di correnti di dispersione verso terra è un criterio di sicurezza estremamente potente che tuttavia necessita di un giusto coordinamento tra il collegamento a terra del sistema e le caratteristiche dei conduttori di protezione e degli stessi dispositivi di protezione. Questo è sufficiente a comprendere come, diversamente da quanto taluni ritengono, non è cosi banalmente sufficiente porre un interruttore differenziale a monte di un impianto per poterlo ritenere sicuro, anche perché vi sono molteplici altri fattori funzionali da prendere in considerazione e che non è possibile ovviamente esporre in queste poche pagine. Le prescrizioni sull'impiego di collegamenti equipotenziali tra le masse e quelle sulla protezione grazie all'impiego del principio di separazione elettrica sono anch'esse trattate in questa parte della norma. La separazione elettrica, in particolare, consente di evitare l'insorgenza di correnti pericolose a seguito di un contatto con masse che possono trovarsi sotto tensione a causa di un guasto all'isolamento principale del circuito o di un suo apparecchio utilizzatore. Le masse del circuito separato in questo caso vanno connesse tra loro ma non devono essere collegate a terra. La protezione dell'impianto stesso da pericoli tipicamente dovuti alle sovracorrenti è il secondo obiettivo, dopo quello della protezione delle persone dai contatti, che le prescrizioni contenute in questo capitolo specificano in modo chiaro. I conduttori attivi infatti, devono essere protetti da adeguati dispositivi che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si produce un sovraccarico oppure un cortocircuito all'interno dell'impianto. I dispositivi di protezione dalle sovracorrenti (fusibili e dispositivi di interruzione automatica con sganciatori termici e/o magnetici) devono interrompere le correnti di sovraccarico e quelle di corto-circuito prima che le stesse correnti possano provocare danni a causa di un riscaldamento nocivo all'isolamento e di conseguenza ai conduttori stessi, all'impianto e all'ambiente che li circonda. In generale, questo principio porta a ritenere adeguata la protezione di una conduttura dai sovraccarichi, secondo le norme, quando questa è attuata da un dispositivo di protezione che assicura il rispetto delle seguenti relazioni **(figura 11)**:

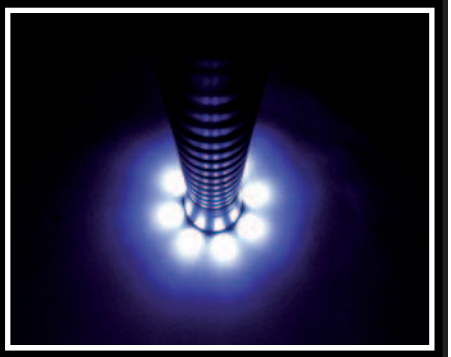
$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Dove I_B è la corrente di impiego del circuito, I_Z la portata della conduttura ed In la corrente nominale del dispositivo di protezione mentre If è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in definite condizioni. La prima delle due relazioni è facilmente comprensibile e giustificabile mentre la seconda è leggermente meno immediata.
Un altro aspetto cruciale inerente le protezioni e quello relativo alle correnti di corto-circuito. I dispositivi di protezione contro le correnti di corto-circuito hanno come fine quello di interrompere tali correnti prima che le stesse diventino pericolose a causa degli effetti termici e meccanici (effetti elettrodinamici) per le condutture elettriche dell'impianto. Per definire le caratteristiche di questi dispositivi, le norme prescrivono la necessità, prima di tutto, di determinare le correnti di cortocircuito presunte in punti significativi dell'impianto. Il parametro fondamentale in base al quale il dispositivo di protezione contro i corto-circuiti deve essere scelto è quello che impone il potere di interruzione del dispositivo come non inferiore alla presunta corrente di corto-circuito nel punto di installazione dello stesso a meno che a monte non sia installato un ulteriore dispositivo analogo avente il necessario potere di interruzione. La fisica del fenomeno di riscaldamento di un conduttore attraversato da una corrente di corto-circuito viene approssimata con un fenomeno termicamente adiabatico cosa che porta alla definizione della seguente relazione da rispettare:

$$(I^2 t) \leq K^2 S^2$$

dove il primo termine è detto energia specifica passante lasciata fluire dal dispositivo di protezione durante il tempo t intercorso tra l'insorgere del corto-circuito e l'intervento del dispositivo ed I il valore efficace della corrente di corto-circuito mentre S è la sezione del cavo e K una costante dipendente dal tipo di cavo ed in particolare dal suo materiale isolante. Il secondo termine è invece l'energia specifica passante che il cavo è in grado di sopportare, da cui il significato fisico della relazione (l'energia che il dispositivo di protezione lascia passare deve essere inferiore rispetto a quella che la conduttura è in grado di sopportare). Questo concetto è basilare e fa comprendere come l'applicazione delle prescrizioni delle norme non siano un argomento avulso da precisi fenomeni fisici.



MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Alla luce di quanto esposto fin qui è possibile riassumere le misure di protezione contro i contatti diretti e contro i contatti indiretti nello schema di **figura 12**.

CEI 64-8/V (PARTE V):

Scelta ed installazione di componenti elettrici

La parte V delle Norme CEI 64-8 fornisce le prescrizioni relative alla scelta ed alla installazione dei componenti elettrici necessari per l'attuazione delle misure di protezione definite nella parte IV **(figura 13)**. La scelta delle condutture, le relative modalità di posa, la determinazione delle portate, la scelta dei dispositivi di protezioni sono gli argomenti fondamentali di questa quinta parte delle norme. Ogni componente dell'impianto ed in particolar modo le condutture ed i dispositivi di protezione devono essere scelti ed installati in modo da soddisfare le prescrizioni di questo capitolo.

Un altro aspetto fondamentale nella progettazione di un impianto elettrico appositamente preso in considerazione all'interno della quinta parte delle norme CEI 64-8 è quello della selettività tra dispositivi di protezione contro le sovracorrenti **(figura 14)**. Infatti va adeguatamente considerato che quando più dispositivi di protezione sono disposti in serie e quando le necessità di servizio lo giustificano, le loro caratteristiche di funzionamento devono essere scelte in modo da interrompere l'alimentazione solo della parte dell'impianto nella quale si trova il guasto. Lo scopo della selettività è quindi quella di non far mancare l'alimentazione a quelle parti dell'impianto che non sono interessate dal guasto.

Questo significa che in caso di sovracorrente o di guasto in un dato punto dell'impianto deve intervenire solo ed esclusivamente il dispositivo di protezione immediatamente a monte del punto di guasto prima che il guasto sia sentito da altri dispositivi ancora più a monte che si incontrano risalendo verso la sorgente di alimentazione. La selettività deve riguardare sia i dispositivi di protezione dalle sovracorrenti che quelli differenziali. E' facile comprendere che questi aspetti ricoprono una importanza fondamentale da un punto di vista funzionale specie nella progettazione di impianti complessi.

Queste considerazioni portano, a livello pratico, ad entrare nel merito delle molteplici caratteristiche dei dispositivi di protezione (ed in particolare in merito alle tipologie di curve di intervento).

CEI 64-8/VI (PARTE VI):

Verifiche

La sesta parte delle norme CEI 64-8 tratta le verifiche e le prove che devono essere eseguite in un impianto elettrico per accertare che le prescrizioni delle stesse norme siano rispettate **(figura 15)**. Tali verifiche devono in particolare essere eseguite prima che l'impianto elettrico venga messo in servizio dopo l'esecuzione o dopo l'apporto di modifiche e/o ampliamenti.

Le verifiche sono soprattutto di tipo visivo (verifica dell'adeguatezza dei componenti scelti secondo il progetto e della corretta installazione degli stessi, idoneità delle condutture realizzate e della correttezza della posa e corretta identificazione degli interruttori e dei dispositivi di protezione e dei relativi quadri elettrici).

Le prove invece sono leggermente più complesse, devono accertare la continuità dei conduttori di protezione e delle connessioni equipotenziali, l'isolamento ed il corretto intervento dei dispositivi di protezione in determinate situazioni e comportano generalmente l'eventuale misura della resistenza di terra.

CEI 64-8/VII (PARTE VII):

Ambienti ed applicazioni particolari

Questa parte delle norme trattano le prescrizioni particolari che devono essere rispettate da impianti realizzati in ambienti particolari. Esse, proprio per tenere conto di situazioni particolari di tipo ambientale, modificano ed integrano le prescrizioni generali previste dalle altre parti delle stesse norme CEI 64-8 ed in alcuni rari casi le annullano sostituendole con prescrizioni differenti.

Si tratta delle prescrizioni da seguire

nella progettazione di impianti elettrici in ambienti come:

- locali contenenti bagni e docce;
- piscine e fontane;
- saune;
- cantieri;
- ambienti agricoli e zootecnici;
- locali ad uso medico;
- ambienti a rischio di incendio;
- ambienti per pubblico spettacolo;
- solo per citarne alcuni.

I MARCHI DI CONFORMITÀ DEL MATERIALE ELETTRICO

La realizzazione di impianti elettrici, nel rispetto delle vigenti norme, non può prescindere dall'impiego di prodotti che rispondano a determinati requisiti di conformità. Ci sono tre diversi modi per attestare la conformità di un prodotto **(figura 16)**:

- mediante l'apposizione del contrassegno CEI;
- mediante la concessione del Marchio IMQ (Istituto Italiano del Marchio di Qualità) da parte dello stesso Istituto;
- mediante l'apposizione della marcatura CE da parte del costruttore.

CONCLUSIONI

Come si avrà avuto modo di comprendere, questo articolo può essere considerato una semplice e breve introduzione alla lettura ed allo studio delle ben più ampie ed articolate Norme CEI 64-8. Per questo motivo, anche quando si è fatto cenno ad argomenti specifici lo si è fatto con l'unico scopo di dare l'idea concreta, a chi conosce poco la materia, di quale tipo di prescrizioni queste norme contengano e delle motivazioni che ne sono all'origine. Ovviamente, a chi intende approfondire l'argomento non si può non consigliare la lettura e lo studio diretto di testi di impianti elettrici che sono certamente utili didatticamente a comprendere la materia, comprensione alla luce della quale può risultare più semplice assimilare il contenuto delle norme stesse. Sul web inoltre (per esempio sui siti dei produttori di componenti e dispositivi per impianti elettrici) non è difficile trovare guide e tutorial sull'argomento, spesso anche abbastanza ampie e liberamente scaricabili. ❑

CODICE MIP 2772176

di FRANCO TEDESCHI

Usare la tecnologia Rfid *(parte prima)*

FONDAMENTI del *Rfid*

In questo articolo introdurremo i concetti di base e le caratteristiche di questa tecnologia, che sempre di più, sta modificando le nostre abitudini di vita. Nel prossimo numero descriveremo come utilizzare dei dispositivi Rfid commerciali per creare delle applicazioni

Un viaggiatore sale su un mezzo pubblico senza timbrare il biglietto; all'interno di un edificio, delle persone escono o entrano da un ingresso e vengono rapidamente identificate e registrate; in un albergo, un badge ci permette di aprire la porta della nostra camera avvicinandolo alla serratura... questi sono solo alcuni degli scenari offerti dall'Rfid. La Radio Frequency Identification è una tecnologia wireless in forte espansione e le sue molteplici applicazioni toccano ormai numerosi aspetti della vita di ognuno di noi: dal lavoro, ai pagamenti, dai trasporti ai servizi. Ma l'aspetto forse più innovativo e per certi versi rivoluzionario, legato al futuro prossimo di questa tecnologia è quello legato alla cosiddetta "rete degli oggetti": non è difficile immaginare nei prossimi anni, un mondo in cui tutti i prodotti saranno etichettati con un identificatore unico ed un indirizzo tramite la rete internet. Da circa un decennio infatti, il Massachusetts Institute of Technology, in collaborazione con altre importanti Università e società per la produzione di beni di largo consumo, ha fondato l'Auto-Id Center, un centro di ricerca con la missione di realizzare un network intelligente che, grazie alla tecnologia Rfid, permetterà di individuare e tracciare ogni oggetto in tutto il globo. Tra gli obiettivi primari dell'istituto, quello di realizzare etichette elettroniche, estremamente economiche, per non incidere sul costo dei prodotti. Secondo il progetto del MIT, ogni oggetto potrà essere etichettato e, per ridurre i costi e le dimensioni, l'identificatore dovrà contenere solamente un codice (denominato EPC) in grado di riconoscere il singolo prodotto, senza limitarsi

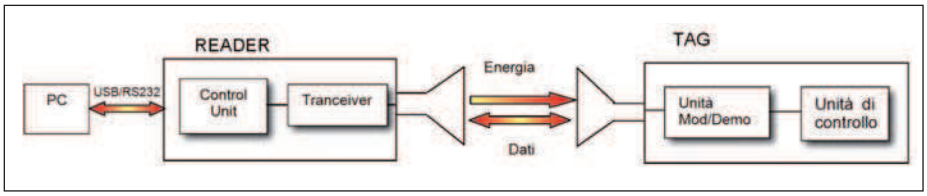


Figura 1: struttura di un sistema Rfid.

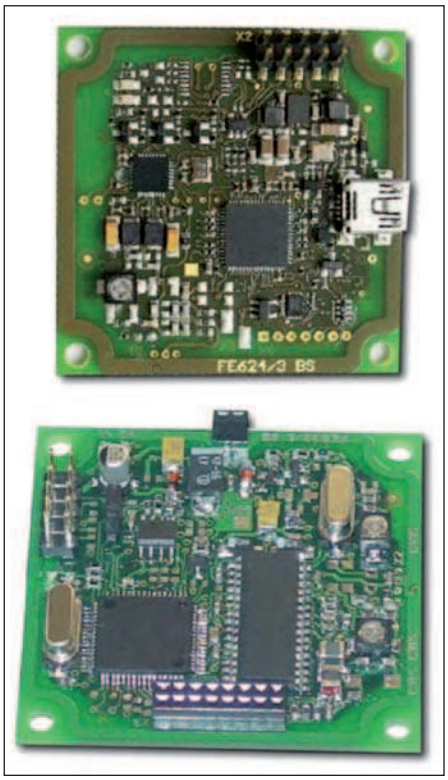


Figura 2: moduli Reader di tipo OEM.

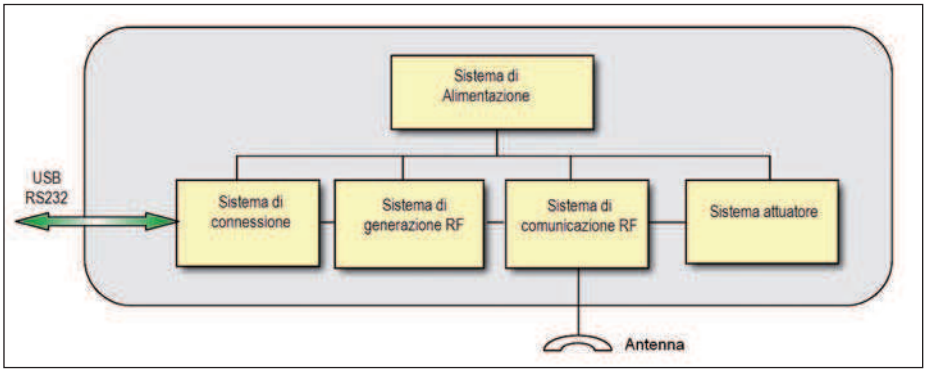


Figura 3: la struttura di un reader.

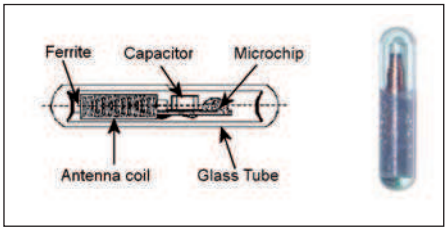


Figura 4: Tag miniaturizzati.

alla sola categoria merceologica, così come invece avviene con gli attuali codici a barre; tutte le altre informazioni relative all'oggetto, saranno invece memorizzate in basi di dati globali a cui si potrà accedere attraverso la rete Internet. I vantaggi e le conseguenze di questo tipo di gestione saranno tantissimi: ad esempio, in un supermercato il totale della spesa verrà calcolato automaticamente evitando errori e contraffazioni, mentre la presenza delle etichette elettroniche sui prodotti potrà sostituire, senza l'ausilio di costi aggiuntivi, le strutture dedicate alla funzione antitaccheggio. Ma non solo, le applicazioni Rfid consentiranno di semplificare sensibilmente le problematiche relative alla tracciabilità: cioè sarà possibile tenere memoria di tutta la storia di ogni singolo prodotto e delle sue fasi di vita, dalla produzione alla vendita.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Alla base del funzionamento della tecnologia Rfld vi è l'idea di poter identificare, attraverso delle etichette "intelligenti" dette "tag" o "transponder" e senza alcuna necessità di collegamento fisico, qualunque oggetto, sia esso un prodotto, un animale o una persona. Tali transponders, hanno la capacità di memorizzare su di un chip delle informazioni che possono essere trasmesse, tramite onde radio, ad opportuni dispositivi di lettura detti reader. Su di un singolo chip è possibile inserire svariate informazioni, che i reader sono in grado di captare a distanza variabile tra pochi centimetri e qualche metro. Un Reader **(figura 1)** tipicamente contiene un modulo a radiofrequenza, costituito da un trasmettitore e da un ricevitore, un elemento di controllo e un'antenna. Inoltre molti Reader sono connessi con un'interfaccia RS 232 o USB che li abilita a comunicare con un altro sistema come ad esempio in calcolatore o un sistema di controllo. I transponder (TAG) sono costituiti da un'antenna che consente di trasmettere le informazioni al lettore e da un microchip. La trasmissione in radiofrequenza, si basa su due principi molto semplici: il processo di propagazione dell'energia da un oggetto all'altro, lo stesso dei trasformatori, è utilizzato per i cosiddetti tag ad accoppiamento magnetico; il principio per il quale ovunque sia presente un campo elettrico oscillante vengono indotte correnti, è invece utilizzato per i tag ad accoppiamento elettromagnetico.

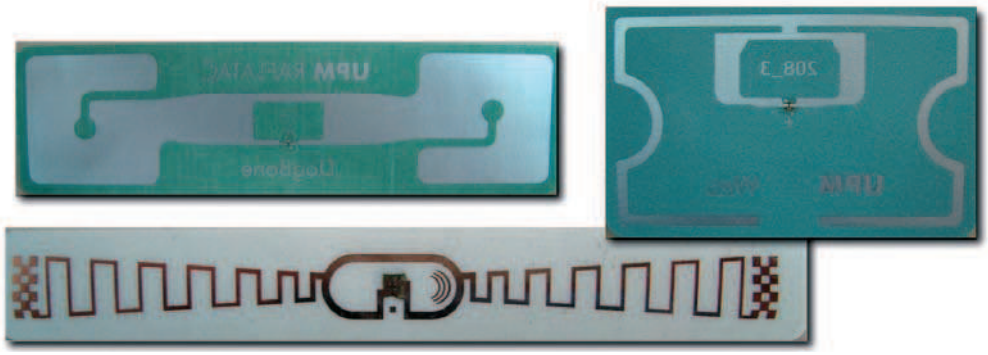
LA STRUTTURA DEI READER

I lettori di tipo commerciale possono essere di tipo:

- fisso, ad esempio per postazioni di lettura presso porte di carico/scarico o nastri trasportatori;
- portatile, ad esempio, schede PCMCIA;
- di tipo OEM, **(figura 2)** ovvero schede da integrare in altri dispositivi quali sistemi di controllo o terminali di raccolta dati.

In **figura 3** è rappresentata la struttura di un reader. Il sistema di connessione si basa essenzialmente sugli standard di comunicazione delle porte RS232 e USB supportati da tutti i sistemi operativi. Il sistema di alimentazione del reader è composto da un alimentatore o da batterie; nella maggior parte dei casi, l'alimentazione è ricavata direttamente dalla porta USB. Il sistema di generazione del campo RF è costituito da un insieme di dispositivi che permettono l'emissione del segnale elettronicamente. Il tipo di antenna dipende essenzialmente dal tipo di TAG ovvero dalla frequenza che si è scelto di utilizzare. Il sistema di comunicazione mediante RF è costituito invece da un'apparecchiatura elettronica in grado di interfacciarsi con il sistema di generazione del campo RF e di codificare/decodificare le modulazioni sulla portante elettromagnetica in modo da leggere o scrivere i tag. Il sistema attuatore è costituito infine da componenti opzionali come ad esempio relé o TRIAC che permettono di pilotare dei dispositivi di potenza per eseguire delle operazioni.

Figura 5: TAG autoadesivi.



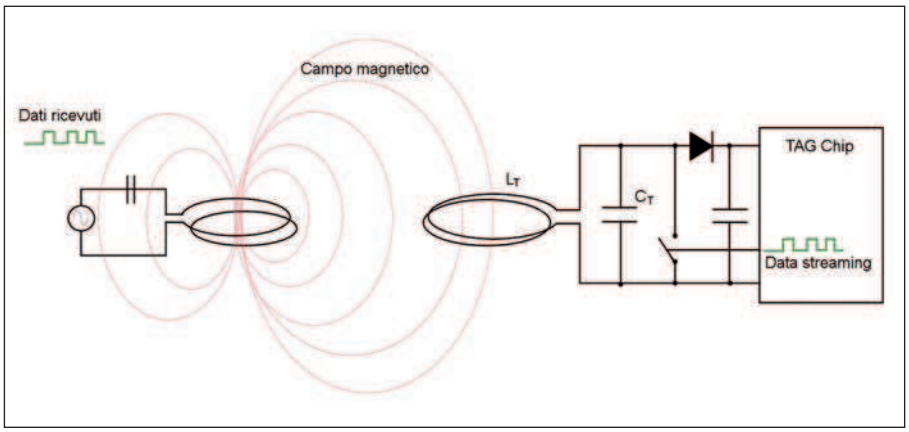


Figura 6: struttura di un sistema RfID ad accoppiamento magnetico.

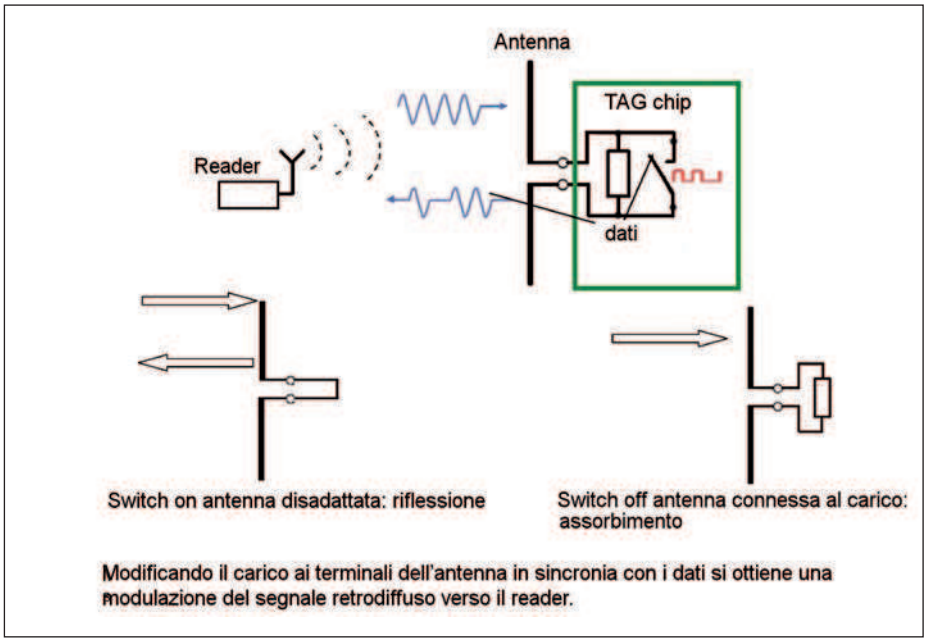


Figura 7: principio di funzionamento di un sistema RfId ad accoppiamento elettromagnetico.

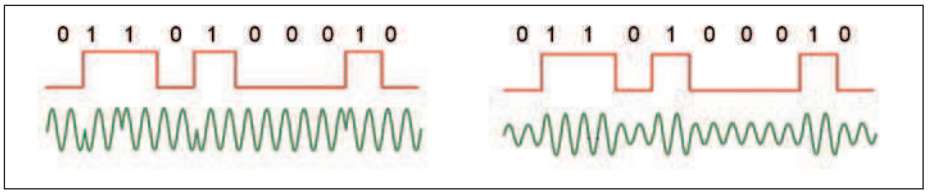


Figura 8: esempi di modulazioni PSK e ASK.

TAG E LORO CARATTERISTICHE

I tag sono i dispositivi che fisicamente immagazzinano i dati e che possono essere posti sugli oggetti o prodotti da identificare. Sono contrassegnati da un numero di identificazione ("UID" o "ID"), non manipolabile, memorizzato dal costruttore in una ROM; sono inoltre in grado di immagazzinare nella memoria interna un certo numero di informazioni riguardanti l'articolo monitorato e di comunicarle al lettore. L'UID può essere incluso in comandi diretti ad uno specifico tag e rappresenta pertanto un mezzo per condurre una comunicazione separata ed unica con quel tag, anche in presenza di più transponder. La prima e più importante classificazione dei TAG si basa sul tipo di alimentazione che possono avere:

1. *Transponder passivi*. Questo primo gruppo non richiede nessuna sorgente di alimentazione interna: il tag usa la potenza estratta dalle onde elettromagnetiche per l'alimentazione. In questo modo, diminuiscono i costi del tag a discapito delle performance.

2. *Transponder semi-passivi*. Una batteria alimenta i circuiti interni del tag durante la comunicazione, ma non è usata per generare onde radio. In altri termini il trasferimento di informazioni avviene estraendo la potenza dal reader; lo scopo è di migliorare le performance, soprattutto in termini di portata operativa.

3. *Transponder attivi*. Sono dotati di una batteria che sfruttano sia per alimentare i circuiti interni del chip che per le operazioni di trasmissione dei dati al reader.

Queste tre tipologie di tags danno vita rispettivamente ai sistemi RFID a tecnologia passiva, semi-passiva e attiva. Quando un transponder passivo non è all'interno del range di azione del reader, è totalmente interdetto ed è attivato solamente nel momento in cui si porta nella zona di interrogazione della stazione base. La potenza richiesta per tutte per le operazioni interne del transponder, deve essere estratta dal campo magnetico del reader tramite l'antenna. Il transponder attivo invece ha più energia da spendere per il processo di trasmissione al reader, rende le comunicazioni più efficaci e permette quindi di raggiungere distanze più elevate. Dal punto di vista del packaging le strutture utilizzate per i TAG sono fondamentalmente di due tipi:

- Il complesso chip+bobina viene inserito in un cilindretto di vetro o in un contenitore plastico chiuso poi ermeticamente. Le dimensioni raggiungono i 13 mm di lunghezza e 2 o 3 mm di diametro nel primo caso e 10x4x3 mm nel secondo. Questa struttura è utilizzata per realizzare transponders molto piccoli di tipo miniaturizzato.
- Il complesso chip+bobina viene annegato o laminato in materiali plastici adatti, con una varietà di forme che permette un'estrema flessibilità. Di particolare interesse sono le etichette adesive intelligenti (le cosiddette "smart labels") contenenti al loro interno, in uno strato sottilissimo, un transponder detto "inlay" per la sua struttura appiattita al punto tale da poter essere stratificata.

Un'altra importantissima distinzione fra i

TAG può essere fatta in base alla frequenza di lavoro adottata: a seconda della banda scelta si verificherà una prevalenza del campo magnetico oppure del campo elettrico, con tutta la serie di conseguenze che saranno illustrate più approfonditamente nel seguito. Da un punto di vista pratico, possiamo dire che indicativamente, per frequenze operative al di sotto dei 100 Mhz, i tag utilizzano un accoppiamento di tipo magnetico, mentre al di sopra dei 100 Mhz, l'accoppiamento è di tipo elettromagnetico.

PER *approfondire...*

- http://it.wikipedia.org/wiki/Radio_Frequancy_Identification
- http://www.rfidlab.unipr.it
- http://w3.uniroma1.it/rfidlab
- http://www.rf-id.it
- http://www.rfidjournal.com
- http://www.rdlog.it

PROTOCOLLI DI ANTICOLLISIONE

Lo spazio in cui il lettore ed i TAG possono comunicare tra loro in modo corretto è definito 'zona di interrogazione'; la sua estensione dipende dal tipo di tag ovvero dalla frequenza di lavoro e all'efficienza dell'antenna utilizzata dal transponder. Per molte applicazioni dell'RFID, all'interno di una zona di interrogazione possono trovarsi anche centinaia di tag i quali non possono comunicare tra loro, ma solo con il reader. Il lettore deve necessariamente avere l'abilità di leggere il contenuto di questi transponders. Dal momento che il reader non ottiene alcuna informazione utile se più TAG sovrappongono le loro comunicazioni, si rende necessaria una procedura di lettura, in momenti differenti, del contenuto di ogni transponder: tale procedura prende il nome di tecnica di *anti-collisione.* Scopo dell'algoritmo di anticollisione è acquisire tutti i codici dei transponder che si trovano nella zona di interrogazione ed eventualmente sfruttare la possibilità di indirizzarli in modo selettivo, nel caso contengano altre informazioni di interesse. Molti sono gli algoritmi implementati, a partire da soluzioni molto semplici, fino a protocolli più veloci che richiedono tag capaci di compiere operazioni di una certa complessità; alcuni di questi algoritmi sono stati ereditati dalle tecniche di accesso multiplo di tipo satellitare.

SISTEMI RFID AD ACCOPPIAMENTO MAGNETICO

Facendo riferimento alla **figura 6**, il reader genera un campo magnetico ad una frequenza f; il circuito L_TC_T del transponder, accordato alla frequenza f raccoglie detto campo e lo converte in corrente continua tramite il gruppo di rettificazione e filtro composto dal diodo e dal successivo condensatore. In questo modo il tag passivo è alimentato; a questo punto i dati in forma binaria in esso memorizzati, ovvero, la successione di "0" e "1" contenuta nel chip, di fatto apre o cortocircuita il gruppo L_TC_T risonante del trasponder stesso. L'apertura o la chiusura del circuito L_TC_T del transponder provoca un'analoga variazione di carico sul gruppo LC del reader, proprio come per un trasformatore, dove le variazioni di carico sul secondario si traducono in variazioni di assorbimento sul primario riproponendo nel reader la serie di "0" e "1" modulati dal trasponder.
Un tag passivo di fatto non trasmette nulla, ma l'energia che riceve dal reader gli consente di aprire e chiudere il proprio risonatore seguendo il flusso di dati in esso memorizzati e provocando così variazioni di assorbimento sul reader che ricostruisce la trama dei dati richiesti.

SISTEMI RFID AD ACCOPPIAMENTO ELETTROMAGNETICO

Nei sistemi RfId ad accoppiamento elettromagnetico **(figura 7)**, l'energia è irradiata dal reader nell'ambiente circostante: parte di questa energia ad alta frequenza raggiunge i vari oggetti posizionati nella regione di propagazione, è assorbita e convertita in calore; il resto è diffusa in diverse direzioni con varia intensità attraverso un fenomeno denominato "scattering". Una piccola frazione dell'energia trasmessa viene riflessa e torna indietro dall'antenna del trasponder. E'in pratica la stessa tecnica impiegata dalla tecnologia radar, che sfrutta questa riflessione per misurare la distanza e ricavare la posizione dei riflettori: nei sistemi RFID la riflessione delle onde elettromagnetiche (sistemi backscatter) è impiegata per la trasmissione dei dati dal transponder al reader. Dal momento che le proprietà di riflettività degli oggetti generalmente aumentano con l'aumentare della frequenza, l'impiego di questi sistemi avviene principalmente nei range di frequenza da 860 a 930 MHz, per arrivare a 2,45 GHz e frequenze superiori. La modulazione backscatter consiste nell'alterazione dell'impedenza vista dall'antenna del transponder con i dati, per modulare l'onda riflessa. Al fine di trasmettere i dati dal transponder al reader, un' impedenza addizionale connessa in parallelo all'antenna è commutata on-off nel tempo con il flusso dei bit che devono essere trasferiti. Controllando adeguatamente il carico dell'antenna è possibile una modulazione backscatter ASK (amplitude shift keying) o PSK (phase shift keying). In altri termini, modulando l'impedenza del transponder vista dall'antenna, si ha una modulazione nella fase o nel valore dell'ampiezza dell'onda riflessa **(figura 8)**.

STANDARD DI RIFERIMENTO RFID

Per quanto riguarda le norme internazionali, per la tecnologia RFID esistono numerosi standard ISO/ IEC, di cui riportiamo di seguito soltanto i riferimenti principali, non ritenendo opportuno in questa sede trattare in modo approfondito tale argomento:

ISO 18000-1:
Generic Parameters-Air Interface
ISO 18000-2:
Parameters for Air Interface <135 kHz
ISO 18000-3:
Parameters for Air Interface at 13.56 MHz

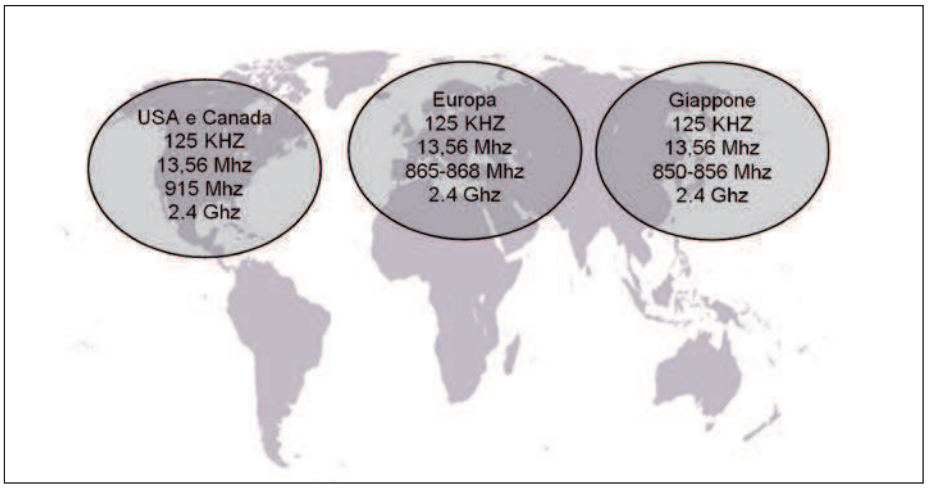


Figura 9: frequenze Rfld maggiormente utilizzate a livello mondiale.

ISO 18000-4:
Parameters for Air Interface at 2.45 GHz
ISO 18000-5:
Parameters for Air Interface at 5.8 GHz
ISO 18000-6:
Parameters for Air Interface at 860-930 MHz
ISO 18000-7:
Parameters for Air Interface at 433.92 MHz

La definizione delle tipologie di tag normalizzati viene attuata attraverso determinate norme ISO che impongono ai vari produttori, tutta una serie di prescrizioni generali atte alla produzione di infrastrutture formalmente uguali tra di loro, permettendone quindi l'interoperabilità . I due standard più utilizzati in campo magnetico sono l'ISO 14443 e l' ISO 15693. Entrambe queste normative sono suddivise in sottocapitolati dove vengono definite delle regole sugli algoritmi di comunicazione RF e con altre apparecchiature RS232, USB, etc..., le frequenze utilizzate, la boxatura e stampabilità, la struttura intrinseca, i requisiti minimi, le potenze di emissione massime, ecc...

Queste norme ISO non sono "imposte": qualunque produttore può decidere di applicarle parzialmente o di aggiungere alle norme parti esclusivamente proprietarie (con rispetto, ovviamente, alle normative sulle emissioni elettromagnetiche ecc...).

Gli elementi normalizzati e comuni alla maggior parte di lettori e tag sono:

- frequenze RF;
- comandi standard del lettore (reset CPU lettore, impostazioni porta RS, calibrazione campo RF);
- comandi standard lettura RF (tipo di lettura, lettura dei dati, comandi protocollo anticollisione);
- comandi standard scrittura RF (scrittura e bloccaggio perenne dati)
- risposte e messaggi d'errore.

A questi spesso vengono aggiunti di solito i controlli per apparecchiature esterne, protocolli proprietari e sistemi accessori nei tag. Il sistema ISO è alquanto articolato, anche perché spesso i riferimenti tecnici sono incrociati. La normativa generale che definisce le caratteristiche fisiche e geometriche delle carte di identificazione è la ISO 7810. Normative per specifici ambiti Rfld sono invece la ISO 10536 ("close - coupled card"), la ISO 14443 ("proximity card"), la ISO 15693 ("vicinity card") e la ISO 10373 ("proximity and vicinity card"). Non c'è invece ancora sufficiente omogeneità a livello internazionale per l'ambito dei TAG UHF.

È quindi possibile distinguere i tag sia per la frequenza utilizzata sia per la normativa di riferimento a cui si appoggia il protocollo RF. Di fatto, in campo tecnico si identifica una famiglia di tag utilizzando uno schema simile a questo: tag passivo - 13,56 MHz - ISO 15693/B. Per i sistemi Rfld vi è in pratica un'ulteriore classificazione operativa in base al range operativo di lettura: i proximity coupling, che lavorano fino ad una distanza di 15cm sono caratterizzati dallo standard ISO 14443 mentre i vicinity coupling che operano fino al metro, sono gestiti dallo standard ISO 15693. ISO 15693 è quindi uno standard internazionale per le carte di vicinità, ovvero le smart card che possono essere lette e scritte a distanza maggiore rispetto alle contactless smartcard (regolate invece dallo standard ISO 14443).

REGOLAMENTAZIONE DELLE FREQUENZE

Ai sistemi RFID sono state destinate le seguenti bande:

- LF: la maggior parte dei paesi ha assegnato ai dispositivi RFID una banda centrata sui 125 KHz o 134KHz
- HF: la maggior parte dei paesi ha ha adottato una banda centrata sui dispositivi RFID 13.56 MHz
- UHF: in questa banda non c'è accordo a livello internazionale
- Microonde: in questa banda non c'è accordo a livello internazionale

Le frequenze LF e HF sono le più usate e perciò le più compatibili nei vari paesi, mentre i sistemi che operano in UHF sono relativamente nuovi e per questo non è ancora stato raggiunto un accordo globale e ogni paese ha deciso di adottare un proprio standard. Le diverse bande di frequenza sono caratterizzate da proprietà differenti che le rendono più adatte nelle diverse applicazioni. In particolare, potenza fornita, capacità di penetrare le sostanze, distanza operativa e velocità di trasferimento dati sono i principali fattori che influenzano la scelta della frequenza operativa.

Le applicazioni LF forniscono range operativi nell'ordine dei centimetri, un elevato livello di potenza disponibile al transponder e basso consumo di potenza; sono possibili formati miniaturizzati del transponder. Sono inoltre caratterizzate da un basso tasso di assorbimento e da un' alta profondità di penetrazione nei materiali non metallici.

Le applicazioni HF assicurano range operativi nell'ordine delle decine di centimetri; sono inoltre caratterizzata da elevati data rate, tipicamente sui 106kbps. Le applicazioni UHF/Microonde sono invece caratterizzate da range operativi nell'ordine dei metri; piccole dimensioni ed ampia banda. Sono particolarmente adatte per supply chain management e applicazioni logistiche dove sono richieste distanze operative di diversi metri; lo svantaggio è rappresentato dal prezzo ancora elevato dei dispositivi.

Nel prossimo articolo vedremo nel dettaglio come creare delle applicazioni con dei dispositivi Rfld di tipo commerciale... non mancate! ❑

CODICE MIP 2771768

Ancora meglio, con i migliori

Novità! Oltre 3.000 prodotti aggiunti da Texas Instruments

www.farnell.com/it

- La più vasta gamma nella distribuzione europea, con oltre 500.000 prodotti da 3.500 fornitori
- i-Buy: soluzione di eprocurement gratuita
- eQuotes: ricevi le tue quotazioni online
- Nessun minimo ordinabile e consegna rapida
- I più recenti sviluppi nel panorama legislativo, in anteprima
- **element14**: il primo portale tecnico/comunità virtuale per progettisti elettronici

Elektra 09
European Electronics Industry Awards
WINNER
Distributore dell'anno

Farnell

Progetta con i migliori

A Premier Farnell Company

CODICE MIP 2772563

di STEFANO LOVATI

L'obiettivo di questo articolo è quello di presentare, prendendo come esempio un'applicazione pratica nel campo della riproduzione audio, il file system FAT per schede di memoria MMC ed SD reso disponibile da Microchip per le proprie famiglie di microcontrollori PIC 18, 24 e 32

WAV Player

Negli ultimi anni si è assistito ad un crescente aumento del livello di prestazioni nei comuni microcontrollori di fascia medio-alta, aspetto che ha permesso di aprire la strada a campi di utilizzo prima di allora impensabili. Tra i player più attivi in questo interessante mercato occorre menzionare Microchip Technology Inc., la quale ha progressivamente esteso e potenziato la propria gamma di microcontrollori attraverso l'offerta di nuove periferiche, l'incremento della velocità di elaborazione (solitamente espressa in MIPS, Million Instructions Per Second), e le dimensioni delle memorie flash e ram. Inoltre, Microchip ha sempre avuto un occhio di riguardo nei confronti della nutrita schiera degli sviluppatori, hobbysti, o semplici appassionati di elettronica, mettendo a disposizione, in forma del tutto gratuita (a condizione che vengano rispettati i termini della licenza d'uso), numerosi application note, librerie, esempi di codice, scritti sia in assembler che in linguaggio C.

Questo articolo prende spunto proprio dall'application note AN1045 di Microchip ("Implementing File I/O Functions Using Microchip's Memory Disk Drive File System Library"), che può essere scaricato all'indirizzo indicato nella sezione Riferimenti.

Si tratta di un unico file in formato zip che, una volta decompresso, crea automaticamente un albero di direttori contenenti tutto il codice sorgente C (da utilizzare con il compilatore C18 di Microchip) necessario per realizzare un'applicazione in grado di accedere, sia in lettura che in scrittura, ad un file system di tipo FAT residente su memoria MMC o SD. La libreria fornisce anche il supporto per le ormai "obsolete" schede di memoria Compact Flash (CF) peraltro oggi sempre più difficili da reperire al dettaglio; nel nostro caso faremo direttamente riferimento alle schede di memoria di tipo SD (acronimo di Secure Digital), le quali, rispetto al precedente modello MMC (acronimo di MultiMedia Card), aggiungono proprio la funzionalità della sicurezza tramite crittografia dei dati (peraltro non utilizzata in questa applicazione) e sono oggi facilmente procurabili in tagli anche di vari gigabyte ad un prezzo contenuto. Nella sezione riferimenti sono presentati alcuni link utili per chi volesse approfondire le proprie conoscenze in materia di schede SD; le uniche informazioni che per il mo-

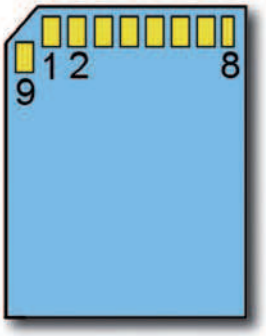


Figura 1: i collegamenti di una scheda SD.

Figura 2: descrizione dei segnali usati sulla scheda SD.

Pin	Significato dei pin in modo SPI		
	Nome	Tipo	Descrizione
1	CS	Input	Chip Select/Slave Select (attivo basso)
2	DI	Input	Master Out Slave In (MOSI)
3	VSS	Alim.	Ground
4	VDD	Alim.	Positivo alimentazione
5	SCLK	Input	Clock (SCK)
6	VSS2	Alim.	Ground
7	DO	Output	Master In Slave Out (MOSI)
8	-	-	Non utilizzato
9	-	-	Non utilizzato

Nome campo	Offset	Lunghezza (byte)	Descrizione
ChunkID	0	4	Contiene la stringa ascii "RIFF"
ChunkSize	4	4	Lunghezza in byte della parte di file successiva a ChunkSize
Format	8	4	Contiene la stringa ascii "WAVE"
Subchunk1ID	12	4	Contiene la stringa ascii "fmt "
Subchunk1Size	16	4	16 per il PCM
AudioFormat	20	2	1 per il PCM
NumChannels	22	2	1 (mono), 2 (stereo), ecc.
SampleRate	24	4	8000, 11025, 44000, ecc.
ByteRate	28	4	Vedi nota (1)
BlockAlign	32	2	Vedi nota (2)
BitsPerSample	34	2	8, 16, ecc.
Subchunk2ID	36	4	Contiene la stringa ascii "data"
Subchunk2Size	40	4	Vedi nota (3)
Data	44	Variabile	Area dati

Note:
(1) ByteRate = SampleRate x NumChannels x BitsPerSample/8
(2) BlockAlign = NumChannels x BitsPerSample/8
(3) Subchunk2Size = NumSamples x NumChannels x BitsPerSample/8

Figura 3: struttura di un file in formato WAV.

mento occorre sapere sono che questo tipo di memorie vengono controllate dal microcontrollore attraverso un'interfaccia di tipo SPI classica, hanno un pin di selezione (/CS, attivo basso) e devono essere necessariamente alimentate ad una tensione stabilizzata di 3.3V.
Nel seguito verranno descritti dettagliatamente sia la parte hardware che software del progetto, tenendo presente che quest'ultima comprende una fase di configurazione di alcuni parametri fondamentali della libreria Microchip. In **figura 1** è mostrato il pinout di una scheda SD, mentre la **figura 2** descrive il significato di ogni singolo pin. Vediamo ora brevemente di richiamare alcune nozioni basilari riguardanti il file system di tipo FAT.

IL FILE SYSTEM FAT

FAT è l'acronimo di File Allocation Table ed è in sostanza un file system, cioè uno strumento in grado di gestire le operazioni di lettura e scrittura di file, la creazione, rimozione e navigazione all'interno di strutture ad albero (directory), basandosi su un supporto di memoria che nel nostro caso è di tipo flash, essendo questa la tecnologia usata per la realizzazione delle schede SD. I file system di tipo FAT sono essenzialmente di due tipi: FAT16, in grado di gestire aree di memoria (o partizioni) fino a 2 Gb, e FAT32, adatto per gestire partizioni da 2 Gb e fino a 2 Tb. Ricordiamo che il "glorioso" sistema operativo DOS di Microsoft Corporation era proprio basato su un file system di tipo FAT16. La libreria di Microchip può essere configurata per gestire sia sistemi FAT16 che FAT32.
Questi tipi di file system presentano il vantaggio di essere "riconosciuti" dai più comuni sistemi operativi installati su personal computer (Microsoft Windows e Linux, ad esempio), pertanto tramite un comune adattatore USB per schede SD (anche micro)/MMC/CF è possibile formattare, scrivere, leggere informazioni tramite PC. Nel nostro caso, il contenuto della scheda SD andrà preparato tramite PC per poi essere "processato" dall'applicazione basata sul microcontrollore PIC18F.
L'AN1045 descrive dettagliatamente la struttura del card file system basato su FAT e implementato da Microchip; tutto questo, e non solo, è implementato all'interno della libreria e non richiede alcuna modifica, per cui considereremo il tutto come una scatola nera (black box) già validata e pronta per l'uso. Il lettore, come utile esercizio, è tuttavia libero di analizzare il codice sorgente e scoprire come il file system FAT è stato implementato (un lavoro davvero encomiabile, codice sorgente ben scritto e doumentato, nella migliore tradizione Microchip).

IL FORMATO WAV

Il formato WAV (indicato anche con il termine WAVE) è stato introdotto da Microsoft ed IBM allo scopo di definire i file audio in formato digitale. Il processo utilizzato è il seguente.
Data una qualunque forma d'onda analogica nella banda audio, questa viene campionata ad una certa frequenza ("sample rate") utilizzando una certa risoluzione ("bit per sample"), ed i campioni così ottenuti vengono scritti in forma binaria all'interno di un file con estensione WAV. La parte dati così ottenuta viene poi fatta precedere da un blocco intestazione ("header") della lunghezza fissa di 44 byte, ed il cui contenuto è mostrato in **figura 3**. Si consideri, ad esempio, una forma d'onda audio della durata di 60 secondi e si supponga di volerla campionare con una risoluzione di 16 bit alla frequenza di 11.025 KHz. In questo caso la lunghezza dell'area dati, supponendo di non applicare alcuna forma di compressione dei dati, sarà pari a circa 1292 Kb.
I file WAV utilizzati nella nostra applicazione devono presentare la caratteristica di avere una frequenza di campionamento di 8 KHz, risoluzione pari ad 8 bit per campione, formato mono. Da queste informazioni si deduce che per la riproduzione di ogni secondo di brano audio occorrono 8 Kb di memoria. Occorre inoltre osservare come, per questo tipo di applicazione, il campo AudioFormat debba necessariamente contenere il valore 1, corrispondente ad un file WAV in formato PCM (Pulse Code Modulation).
PCM equivale alla cosiddetta quantizzazione di tipo lineare, nella quale il segnale viene campionato e memorizzato senza applicare alcun tipo di compressione. In questo caso, dunque, utilizziamo file WAV non compressi: differentemente da quanto si dice comunemente, il formato WAV è adatto anche a rappresentare file compressi ed in tal

caso il campo AudioFormat assumerà un valore differente da 1. Rispetto ad altri tipi di formati audio (come ad esempio il comune MPEG-1 Audio Layer 3, o MP3), il formato WAV non compresso presenta sostanzialmente uno svantaggio ed un vantaggio. Lo svantaggio è insito nella sua natura di formato senza compressione: ciò fa sì che le dimensioni del file siano considerevoli, richiedendo l'utilizzo di supporti di memoria di opportune dimensioni (nella flash integrata di un microcontrollore è possibile memorizzare soltanto pochi secondi di registrazione in formato WAV non compresso).

Il formato MP3 o similare, per contro, genera file di dimensioni maggiormente compatte, preservando comunque la qualità del suono che si mantiene elevata. Il formato WAV non compresso, tuttavia, presenta un importante vantaggio rispetto ai formati di tipo compresso: per la riproduzione audio è infatti "sufficiente" leggere sequenzialmente i campioni presenti nel file e inviarli al sistema hardware adottato per riprodurre l'audio (i circuiti classici prevedono un convertitore digitale-analogico, oppure un uscita PWM, oppure ancora una rete di resistenze R/2R detta anche "resistor ladder"). L'importante conseguenza di questo fatto è che diventa possibile eseguire la riproduzione audio con un comune microcontrollore ad 8 bit; per riprodurre invece file audio compressi come l'MP3 è necessario disporre di hardware specializzato per eseguire la decodifica in tempo reale, oltre a una buona quantità di memoria.

PER *approfondire...*

- www.microchip.com
- https://ccrma.stanford.edu/courses/422/projects/WaveFormat/
- http://www.sdcard.org/home/
- http://en.wikipedia.org/wiki/Fat16

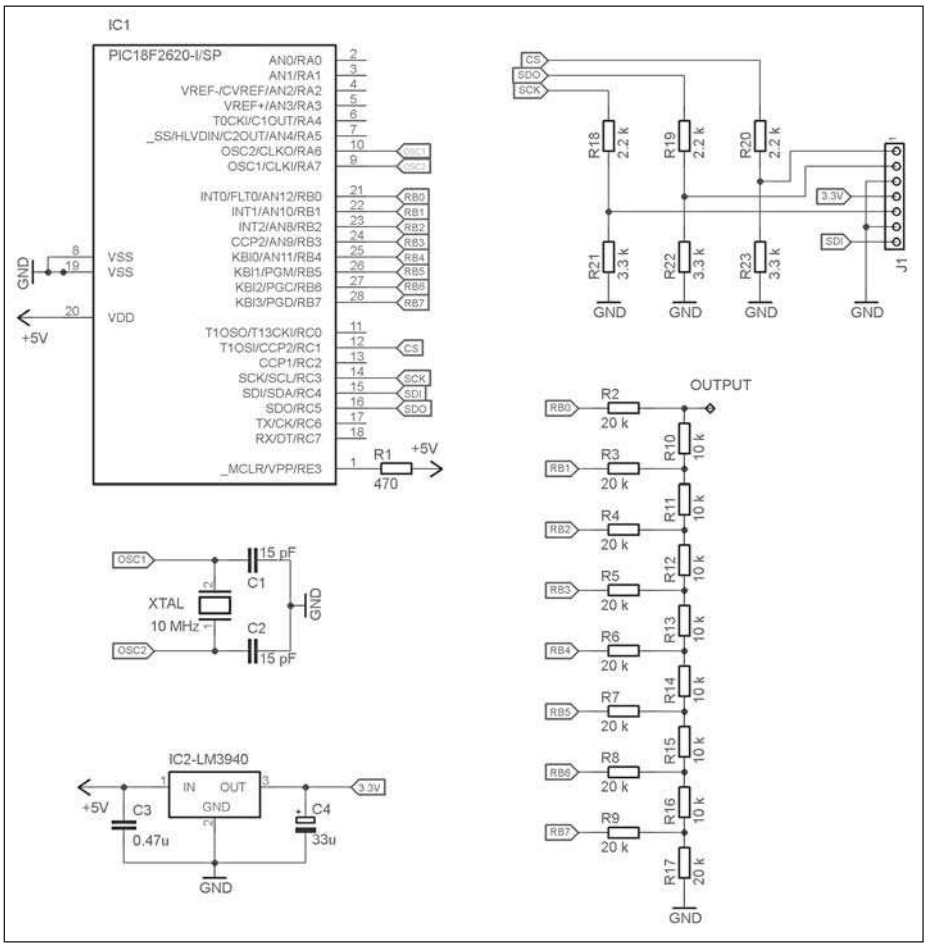


Figura 4: lo schema elettrico.

TABELLA 1: I PARAMETRI PERSONALIZZABILI DELLA LIBRERIA MICROCHIP

PARAMETRO	DESCRIZIONE	STATO
ALLOW_FILESEARCH	Permette la ricerca dei file tramite le procedure FindFirst e FindNext	Abilitato
ALLOW_WRITES	Consente l'accesso al file system anche in scrittura	Disabilitato
ALLOW_FORMATS	Abilita la formattazione del device	Disabilitato
ALLOW_DIRS	Abilita la gestione delle directory	Disabilitato
ALLOW_PGMFUNCTIONS	Abilita le funzioni pgm (solo PIC18)	Abilitato
ALLOW_FSFPRINTF	Abilita la funzione FSprintf	Disabilitato
SUPPORT_FAT32	Abilita il supporto per FAT32	Disabilitato

MICROCHIP MEMORY DISK DRIVE FILE SYSTEM LIBRARY

Il codice sorgente di questa libreria viene messo a disposizione da Microchip, ed utilizzabile all'interno di una propria applicazione solo a condizione che quest'ultima preveda l'impiego di un microcontrollore della famiglia PIC, cosa che avviene esattamente nel nostro caso (il pacchetto include anche un file con le condizioni della licenza d'uso). In particolare, è stata adattata l'applicazione di esempio "MDD File System-SD Card" fornita a corredo della libreria, selezionando opportunamente alcuni parametri di configurazione ed aggiungendo tre nuovi file sorgenti (modulo main, modulo timer, e modulo fileplayer), come verrà descritto in dettaglio nella sezione relativa al progetto software. Una prima considerazione da fare riguarda i segnali di I/O utilizzati dalla libreria Microchip.

Come descritto nell'AN1045, infatti, il codice sorgente prevede l'utilizzo di una scheda periferica (la PICTail Daughter Board) in grado di ospitare sia schede SD che MMC, e di interfacciarsi con un microcontrollore PIC tramite SPI. Spesse volte chi si è cimentato con l'utilizzo di questa libreria ha sottovalutato questo aspetto, con il risultato di non riuscire ad ottenere i risultati attesi.

Questa scheda infatti aggiunge due segnali di I/O a quelli strettamente necessari per gestire una scheda SD: il primo è il Card Detect (segnale di ingresso detto anche CD, che rileva l'inserimento fisico della scheda nello slot), mentre il secondo è il Write Protect Check (segnale in ingresso, detto anche WE, che corrisponde alla posizione del selettore di protezione dalla scrittura presente sulla card). Ignorando l'esistenza di questi segnali, non si riuscirà a far funzionare il codice della libreria. Il nostro approccio è stato quello di modificare il codice originario in modo tale da "simulare" la presenza di questi segnali.

Ad esempio, la procedura MDD_MediaDetect (utilizzata all'interno della libreria per rilevare la presenza della scheda SD) non fa altro che restituire lo stato del segnale CD, originariamente configurato su RB4: per aggirare il problema evitando di gestire a livello hardware questo pin, si

SAI CHE PUOI SCARICARE
GLI ARTICOLI IN PDF?
basta iscriversi al Club di Fare Elettronica!
Visita *www.farelettronica.com/club*

GLI ARTICOLI DISPONIBILI

- CUBLOC pilotare i display CLCD
- Pannello luminoso a matrice di led (parte I)
- Ampli Sempli
- Driver di potenza per motori passo
- Amplificatore per casse – VM 32
- Amplificatore 50+50W per auto e casa
- Amplificatore mobile PA 100 W
- Generatore di effetti sonori bitonali
- Sat finder
- Vitamina C (parte VIII)
- Frequenzimetro digitale
- Frequenzimetro digitale BF 4,5 digit led
- Elettronicando (tutto il corso completo)
- Progettazione e realizzazione di un filtro ADSL centralizzato
- Mikrobasic (parte I-IV)
- Equalizzatore Grafico Parametrico
- Applausometro elettronico
- Frequenzimetro LCD da 150 MHz
- Modulo Dj
- Truccavoce
- Generatore di funzioni
- Amplificatore stereo HI-FI valvolare
- Personal Karaoke
- Generatore di segnali AM-FM
- Frequenzimetro IR per monitor
- A/D Converter a 24 bit
- Commutatore fax/voce 68hc11
- Costruire un generatore eolico (tutto il progetto)
- Mixer stereo a quattro ingressi
- Generatore di funzioni
- Mixer Stereo
- Mixer stereo automatico per D.J.
- Orologio DCF da parete
- Effetto eco
- Presepe elettronico multimediale
- Correttore di frequenze
- Introduzione al CUCLOC
- Usare PROTEUS (tutorial completo)
- Dispositivi di protezione da sovratensioni
- Amplificatore valvolare "Kristal" (parte I, II e III)
- Light dimmer con PIC12F629A
- Un insolito circuito VOX
- DDS: Generatore di segnali a frequenza variabile.
- Alimentatore per microfoni Phantom
- Mixer microfonico 8 canali
- Programmiamo il CUBLOC utilizzando il Basic
- Interfaccia MIDI
- Programmatore orario
- Come gestire una tastiera utilizzando un solo ingresso del PIC
- Utilizziamo i moduli display a 7 segmenti con Cubloc (II)
- Economica CNC a 3 assi
- La tecnica DDS (Direct Digital Synthesis)
- DDS: Generatore di toni standard DTMF/TELECOM/MUSICA
- DDS: Generatore di toni DTMF
- DDS: Riproduttore di suonerie

PER L'ELENCO AGGIORNATO VISITA
www.farelettronica.com/club

è modificato il codice sorgente in modo tale che il valore di ritorno sia sempre TRUE, cioè la scheda SD sia considerata sempre presente.
Inoltre, questo segnale è stato comunque "rimappato" su RC2, in modo tale da avere tutta la porta B disponibile per altri scopi. Il segnale SD_WE è utilizzato solo all'interno della procedura MDD_SDSPI_WriteProtectState: in questo caso si è modificato il codice della stessa in modo tale che restituisca sempre valore FALSE (card non protetta).
Nel caso comunque di file system in sola lettura, questa funzione non dovrebbe mai essere chiamata. I parametri di configurazione della libreria che occorre "personalizzare" sono contenuti all'interno di due soli file: FSconfig.h e HardwareProfile.h. Il primo permette di abilitare selettivamente le funzionalità del file system, mentre il secondo contiene la definizione delle caratteristiche hardware. Tutto ciò è riassunto nelle **tabelle 1** e **2**. Occorre sottolineare che ciascun parametro di configurazione della libreria comporta una certa occupazione di memoria ROM e RAM e ciò va tenuto in debita considerazione al fine di utilizzare efficientemente le risorse disponibili. Il file Readme.pdf allegato al codice della libreria contiene una tabella in cui queste occupazioni sono quantificate per ogni famiglia di processore PIC utilizzato (18, 30, e 24).

IL PROGETTO HARDWARE

Lo schema hardware è mostrato in **figura 4**. Il PIC 18F2620 è alimentato a 5V sul pin 20 (V_{DD}) mentre i pin 8 e 19 sono a ground (V_{SS}). I pin 9 e 10 sono collegati al quarzo da 10 MHz con due oscillatori di sfasamento da 15 pF. Il PIC viene configurato a livello software come HSPLL, quindi la frequenza di clock effettiva sarà pari a 40 MHz. I pin 14, 15, e 16 sono utilizzati per l'interfaccia SPI (SCK, SDI, e SDO, rispettivamente). Il pin 12 (RC1) è utilizzato come segnale di chip select della scheda SD (attivo basso), mentre il pin 1 di reset (/MCLR) viene mantenuto alto tramite il resistore R_1 collegato all'alimentazione 5V.
Tutti i pin della porta B, infine, vengono utilizzati come output per la riproduzione audio dei campioni in formato digitale. Ciò avviene tramite la rete di resistenze R_2-R_{17} da 10 e 20 kohm, che di fatto realizzano un semplice ma efficace circuito di conversione digitale-analogico, assegnando a ciascun bit un "peso" differente. Occorre comunque impiegare dei resistori con tolleranza 1%, in modo tale da ridurre al minimo l'errore e migliorare quindi la qualità del suono.

IL PROGETTO SOFTWARE

I moduli software aggiunti alla libreria sono i seguenti:
- main.c. Contiene l'entry point dell'applicazione (la funzione C main) che svolge le seguenti funzioni: inizializza il timer ed il file system, dopodichè entra in un loop nel quale scandisce uno per uno tutti i file con estensione WAV presenti nella directory root e ne esegue la riproduzione audio;
- timer.c. Contiene le prodedure di configurazione del timer0 e la routine di risposta all'interrupt di timer overflow. Il timer viene programmato in modo tale da generare un interrupt ogni 125 µs, corrispondenti alla frequenza di 8 KHz, cioè quella utilizzata per il campionamento del file WAV;
- fileplayer.c. Esegue la riproduzione del file WAV passato come parametro. Il file viene aperto in sola lettura, ed il suo contenuto viene acquisito in blocchi di 512 byte alla volta (dimensione di un singolo settore nel file system FAT). L'ISR del timer provvederà poi a mandare in uscita un campione (byte) ogni 125 µs. Vengono utilizzati due buffer da 512 byte in modo tale da non creare discontinuità quando occorre acquisire nuovi dati dal file (la lettura di un settore richiede in genere più di 125 µs, per cui è preferibile disporre in anicipo dei dati da riprodurre).

CONCLUSIONI

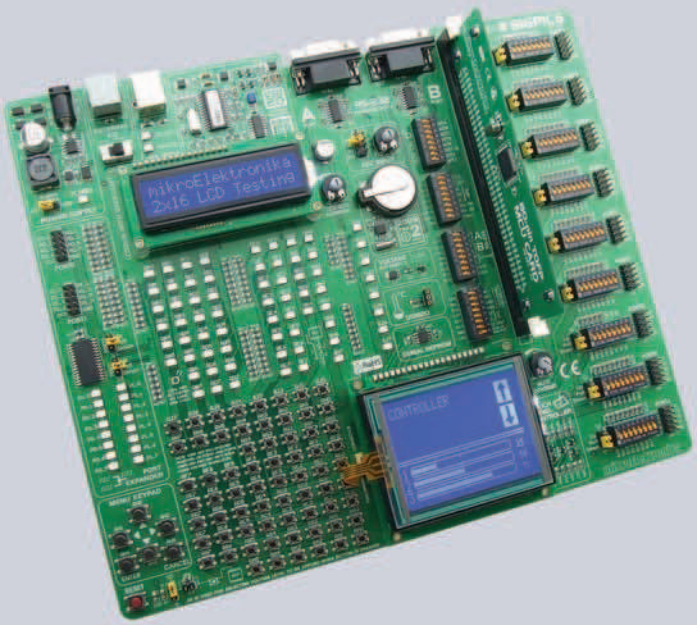
In questo articolo è stata proposta una possibile applicazione relativa al file system di tipo FAT messo a disposizione da Microchip per le proprie famiglie di microcontrollori.
Anche se la realizzazione di un riproduttore di brani audio in formato WAV può non essere molto attraente e soprattutto conveniente dal punto di vista economico, occorre sottolineare come, partendo da questa applicazione, sia possibile realizzare altri sistemi maggiormente adatti alle esigenze dei progettisti.
Ad esempio, si potrebbero trasferire su scheda SD dei file in formato WAV contenenti messaggi vocali precedentemente registrati e associare la riproduzione di ciascun brano al verificarsi di un evento esterno (si pensi ad un distributore automatico con funzionalità "vocali", in grado di gestire anche messaggi in più lingue).
Ancora, il sistema può essere riconfigurato, impostando opportunamente gli appositi parametri della libreria Microchip, in modo tale da avere accesso anche in scrittura al file system, ed essere pertanto utilizzato come "data logger" o semplice registratore di dati in un'applicazione di tipo embedded. ❑

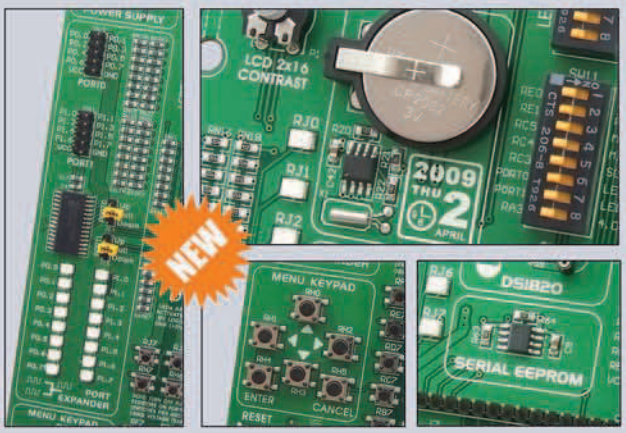
CODICE MIP 2772218

TABELLA 2: DEFINIZIONI PERSONALIZZABILI DELLA LIBRERIA MICROCHIP.

DEFINE	DESCRIZIONE	VALORE
GetSystemClock()	Frequenza del clock (in Hz)	40000000
USE_SD_INTERFACE_WITH_SPI	Seleziona SPI come I/F	-
SD_CS	Chip select SD (output)	RC1
SD_CD	Card Detect (input)	RC2
SD_WE	Write enable (input)	RA4
SPICLOCK	SCK tris pin	RC3
SPIIN	SDI tris pin	RC4
SPIOUT	SDO tris pin	RC5

NEW TOOL REQUIRES LESS TIME AND MONEY



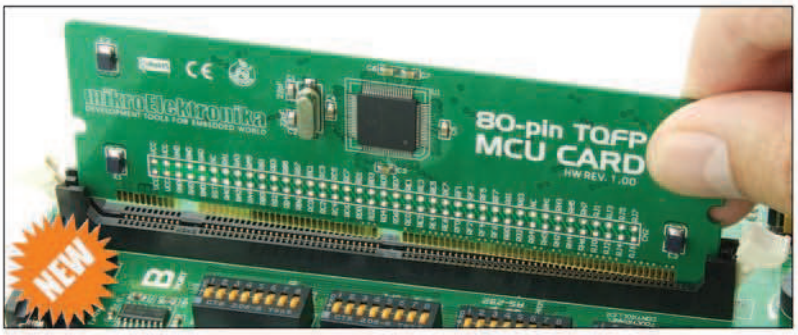


Complete PIC development solution

Speed up your prototype development with the BIGPIC6 Development System. The BIGPIC6 comes packed with examples that makes your PIC development fast and easy.

BIGPIC6 is a development system for **64-pin and 80-pin PIC** microcontroller applications development and testing. The **mikroICD** (Hardware In-circuit Debugger) enables very efficient step by step debugging. Examples in **C**, **BASIC** and **Pascal** are provided with the board.

BIGPIC6 MCU Cards support PIC microcontrollers in **64-pin and 80-pin** package. Cards can be easily switched, so you can continue working in the same development environment but with a different MCU. Also, these cards can be easily used as part of your prototype device. Each microcontroller pin is connected via **double-sided contact** which insures proper connnection with the development system. MCU card contains **2.54mm pitch pads** which can be used for easier connection with external circuits.



99.3% of customers plan to purchase development tools from mikroElektronika again.

Hardware In-Circuit Debugger for step by step debugging at hardware level

Port Expander provides easy I/O expansion (2 additional ports) using serial interface

Full-featured and **user-friendly** development board for PIC microcontrollers

On-Board **RTC - DS1307**

On-board **Touch Screen** controller with connector

High-Performance **USB 2.0** On-Board Programmer

Get your new BIGPIC6 Development System right now and enjoy creating your electronic devices immediately!

CODICE MIP 2759225

MikroElektronika
DEVELOPMENT TOOLS | COMPILERS | BOOKS
...making it simple

BIGPIC6 DEVELOPMENT SYSTEM

For more information, visit our Web site at

www.mikroe.com

di MASSIMO MASSOLI

CENTRALINA *saldante* regolabile

Può accadere che, in seguito al danneggiamento di una centralina saldante, non ci sia possibilità di riparazione per via dell'obsolescenza dei suoi componenti o della mancanza di schemi elettrici. In questi casi, per evitare di buttare lo stilo, si può realizzare una centralina personalizzata

Nel presente articolo si propone la realizzazione di una centralina saldante regolabile da utilizzare con uno stilo Weller. In particolare il progetto è stato realizzato per lo stilo WSP80 (potenza 80 W con tensione di alimentazione 24 V). Con poche modifiche è comunque possibile adattarla ad altri stili purché il sensore di temperatura utilizzato sia dello stesso tipo.

LO STILO SALDANTE

Lo stilo saldante è costituito da una resistenza che serve a riscaldare la punta e da un sensore di temperatura il cui compito è quello di comunicare alla centralina la temperatura raggiunta dalla punta stessa. Lo stilo utilizzato è il modello WSP80 della Weller. Lo stesso è alimentato a 24 V e fornisce una potenza di 80 W. Al suo interno sono presenti la resistenza riscaldante da 7,2 Ω ($R = V^2/P$) ed il sensore di temperatura. Quest'ultimo presenta una resistenza di 23 Ω quando la temperatura della punta è di 25°C; all'aumento della temperatura si ha un aumento di tale resistenza. Inserendo questa resistenza in un partitore si ottiene una tensione proporzionale alla temperatura della punta e quindi un segnale di feedback in tensione da utilizzare nel sistema di controllo. Per la realizzazione della centralina saldante è stato necessario, come primo passo, caratterizzare l'andamento della resistenza del sensore in funzione della temperatura della punta.

Caratterizzazione del sensore di temperatura

Per la caratterizzazione del sensore di temperatura si è proceduto alimentando in continua la resistenza riscaldante e misurando la temperatura della punta

segue a pagina 46

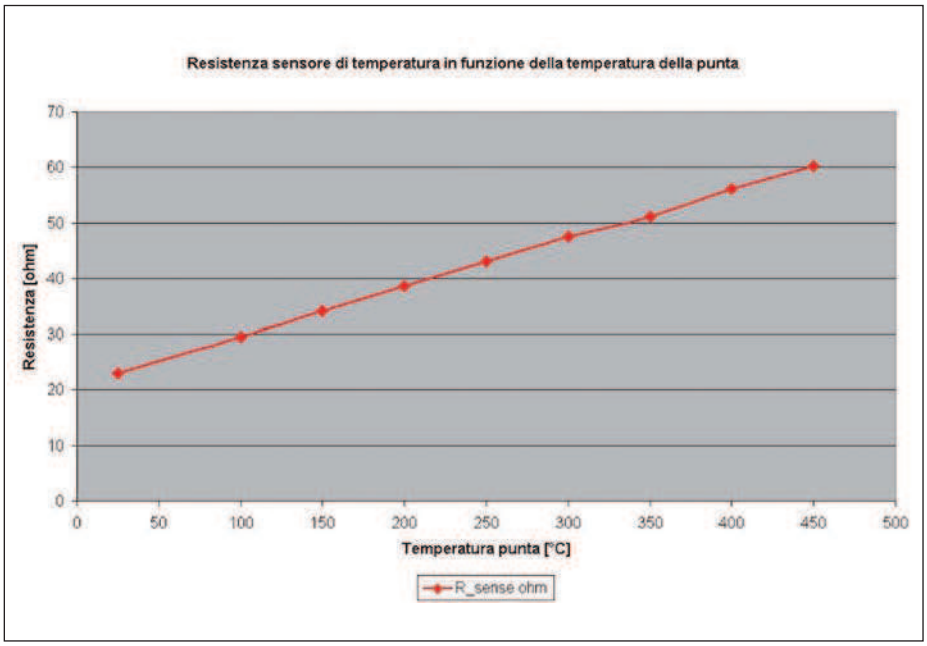


Figura 1: andamento della resistenza del sensore di temperatura in funzione della temperatura della punta.

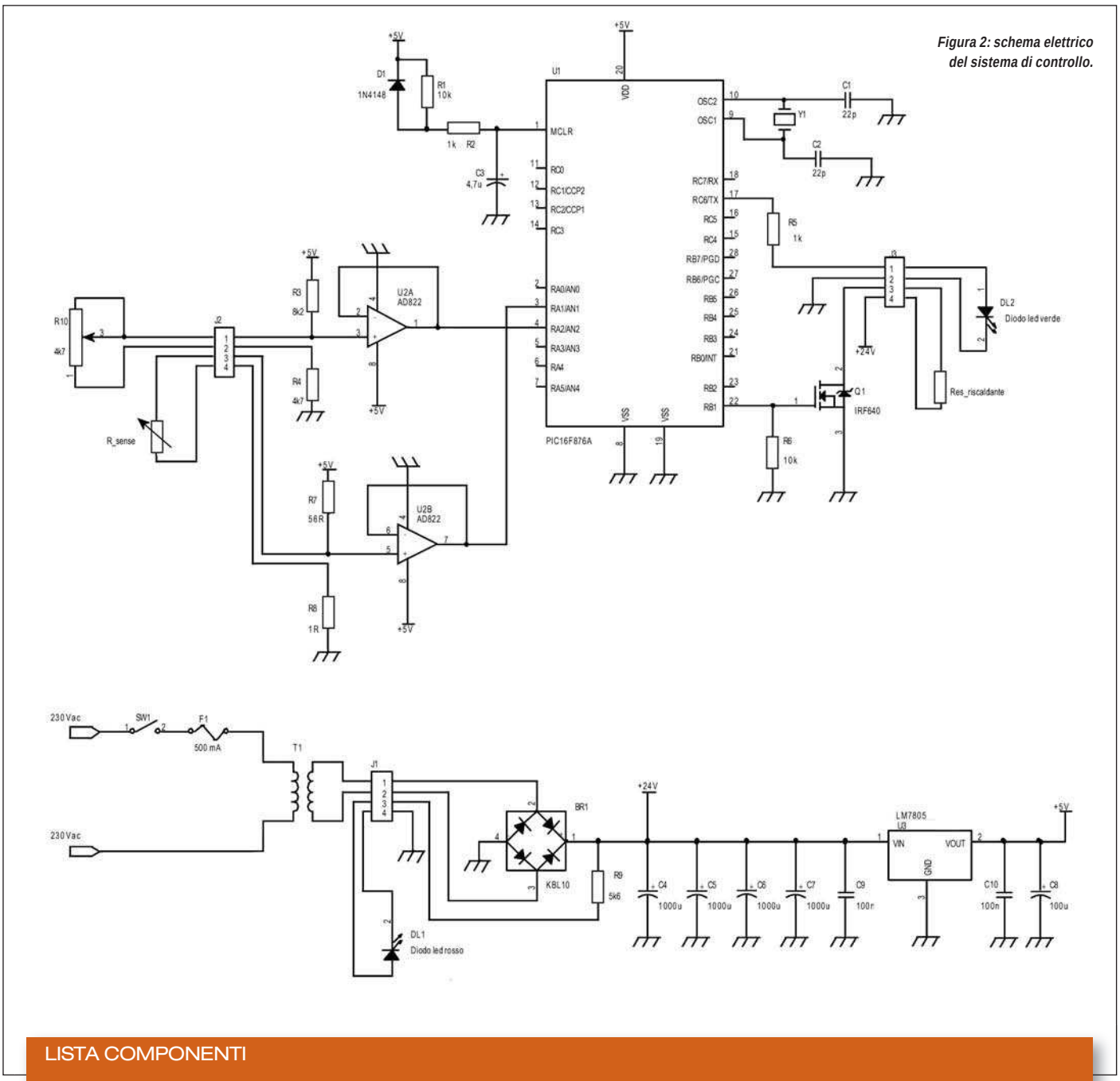


Figura 2: schema elettrico del sistema di controllo.

LISTA COMPONENTI

R1	10 kΩ 1/4 W	C3	4,7 µF 25 V elettrolitico	Q1	IRF640
R2	1 kΩ 1/4 W	C4	1000 µF 35 V elettrolitico	U1	PIC16F876A
R3	8,2 kΩ 1/4 W	C5	1000 µF 35 V elettrolitico	U2	AD822
R4	4,7 kΩ 1/4 W	C6	1000 µF 35 V elettrolitico	U3	LM7805
R5	1 kΩ 1/4 W	C7	1000 µF 35 V elettrolitico	Y1	Quarzo 10 MHz
R6	10 kΩ 1/4 W	C8	100 µF 25 V elettrolitico	SW1	Interruttore da pannello 250 V 6 A
R7	56 Ω 1 W	C9	100 nF	F1	Fusibile 250 V 500 mA
R8	1 Ω 1/2 W	C10	100 nF	T1	Trasformatore primario 230 V secondario 24 V 3 A
R9	5,6 kΩ 1/4 W	D1	1N4148	J1	Morsettiera 4 poli passo 5,08 mm
R10	4,7 kΩ potenziometro lineare	DL1	Diodo led rosso	J2	Morsettiera 4 poli passo 5,08 mm
C1	22 pF	DL2	Diodo led verde	J3	Morsettiera 4 poli passo 5,08 mm
C2	22 pF	BR1	Ponte raddrizzatore KBL10		

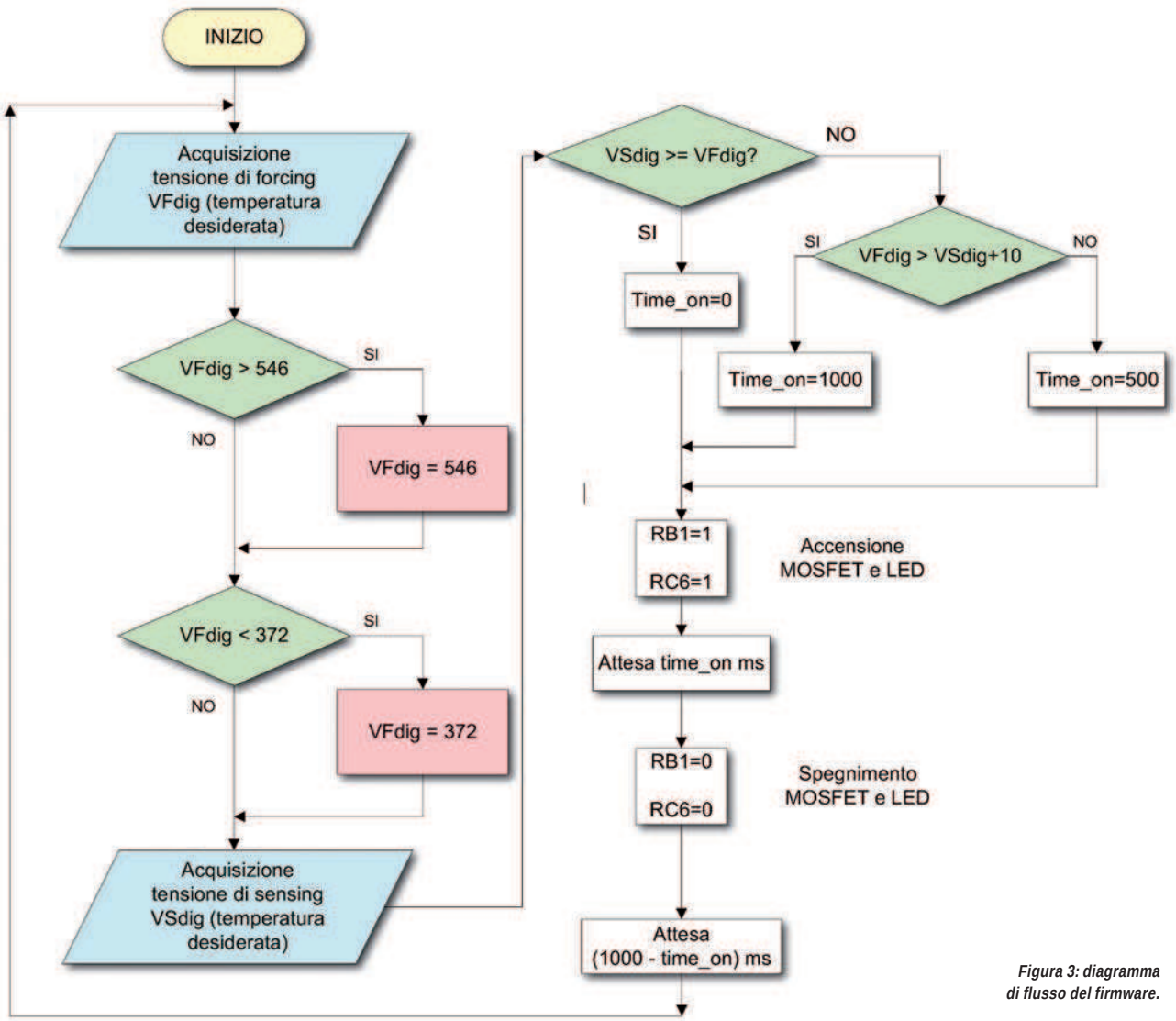


Figura 3: diagramma di flusso del firmware.

tramite un termometro con termocoppia. Per alcuni valori di temperatura è stata misurata la resistenza del sensore. I risultati ottenuti sono riportati in **tabella 1**. Dai dati ottenuti è stato possibile tracciare l'andamento della funzione che lega temperatura e resistenza. Tale andamento è riportato in **figura 1**.
Come si vede dalla figura, l'andamento si può approssimare con una retta di equazione:

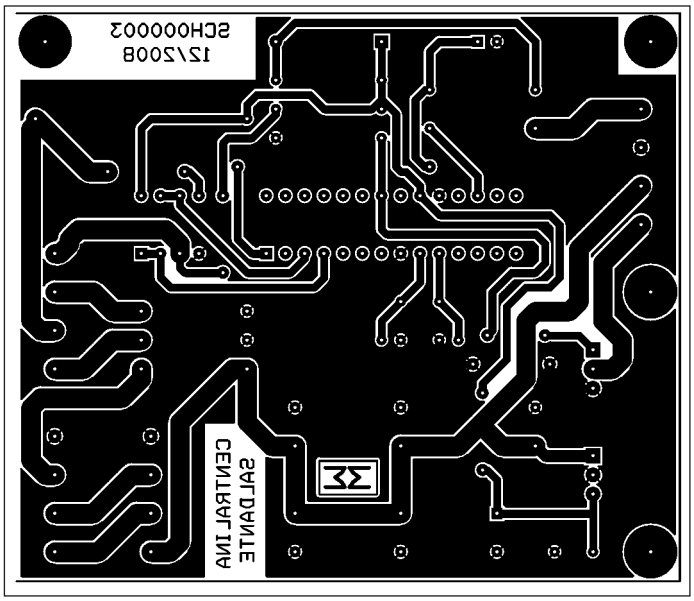
$R_{sense}=0,0878*T_{punta}+20,805$

SCHEMA ELETTRICO

Nella **figura 2** è visibile lo schema elettrico della scheda di controllo.
Il trasformatore T1 è alimentato a tensione di rete (230 Vac) e fornisce sul secondario una tensione di 24 Vac con corrente massima di 3 A. In serie al primario sono posti l'interruttore di accensione SW1 e il fusibile di protezione F1. La tensione 24 Vac viene raddrizzata dal ponte raddrizzatore BR1. La tensione pulsante in uscita dal ponte viene filtrata dai condensatori C4, C5, C6, C7 e applicata in ingresso all'integrato stabilizzatore U3, un comune 7805 che fornisce in uscita una tensione stabilizzata di 5 V. Sull'uscita del ponte raddrizzatore è visibile il diodo led DL1 rosso che, alimentato attraverso la resistenza R9, serve ad indicare che il sistema è acceso. La tensione di 5 V ottenuta all'uscita di U3 viene utilizzata per l'alimentazione del micro U1, un PIC16F876A, che gestisce il funzionamento del sistema. La tensione di 24 V disponibile dopo il ponte raddrizzatore viene utilizzata per alimentare lo stilo saldante in PWM attraverso il mosfet Q1.
Il duty-cycle dell'onda quadra che pilota il mosfet viene variato dal micro in funzione della differenza tra la temperatura impostata e quella misurata. Il micro viene utilizzato per la misura dei due segnali analogici di forcing (tensione proporzionale al valore di temperatura desiderato) e sensing (tensione di feedback proporzionale alla temperatura della punta). In funzione della differenza tra i due segnali (segnale errore) il micro gestisce la conduzione del mosfet di po-

LISTATO 1

```
#include <16F876A.h>
#device ADC=10
#fuses HS,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP
#use delay(clock=10000000)

void blink_output(long time_high);

void main(void) {
    long VFdig,VSdig,time_on;
    setup_adc_ports(ALL_ANALOG);
    setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
    while(1) {
              set_adc_channel(2);                          //acquisizione e conversione
              delay_us(50);                                //A/D tensione di forcing
              VFdig=read_adc();                            //(temperatura desiderata)
              if (VFdig>546) VFdig=546;
              else if(VFdig<372) VFdig=372;
              delay_us(50);

             set_adc_channel(1);                           //acquisizione e conversione
              delay_us(50);                                //A/D tensione di sensing
              VSdig=read_adc();                            //(temperatura misurata)
              delay_us(50);

             if (VSdig>=VFdig) time_on=0;
                    //se sensing>=forcing tiene off l'uscita
              else if (VFdig>VSdig+10) time_on=1000;
                    //se forcing>>sensing usa duty cycle del 100%
              else time_on=500;
                    //se forcing~=sensing usa duty cycle del 50%

             blink_output(time_on);
    }
}

void blink_output(long time_high){
/*Funzione per attivazione on/off intermittente dell'uscita*/
/*th viene passato dalla main; tl ricavato come differenza*/
/*considerando frequenza di 1 Hz*/
/*Sul pin B1 del micro è connesso il mosfet di potenza; sul*/
/*pin C6 il led di segnalazione. Le due uscite vengono*/
/*portate contemporaneamente a 0 o a 1*/
    long i,time_low;
    time_low=1000-time_high;
    output_high(PIN_B1);                                   //porta alte le due uscite
    output_high(PIN_C6);
    for (i=0;i<time_high;i++) delay_ms(1);         //attendi
                                                             //time_high ms

    output_low(PIN_B1);                                    //porta basse le due uscite
    output_low(PIN_C6);
    for (i=0;i<time_low;i++) delay_ms(1);          //attendi
                                                             //time_low ms
}
```



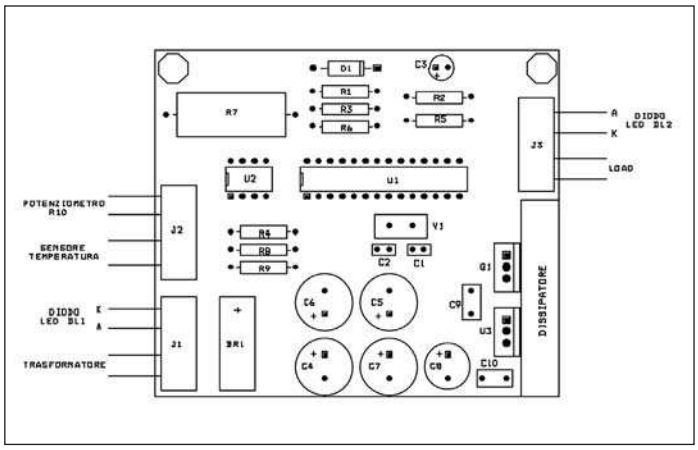


Figura 6: piano di montaggio.

Figura 4: circuito stampato lato saldature.

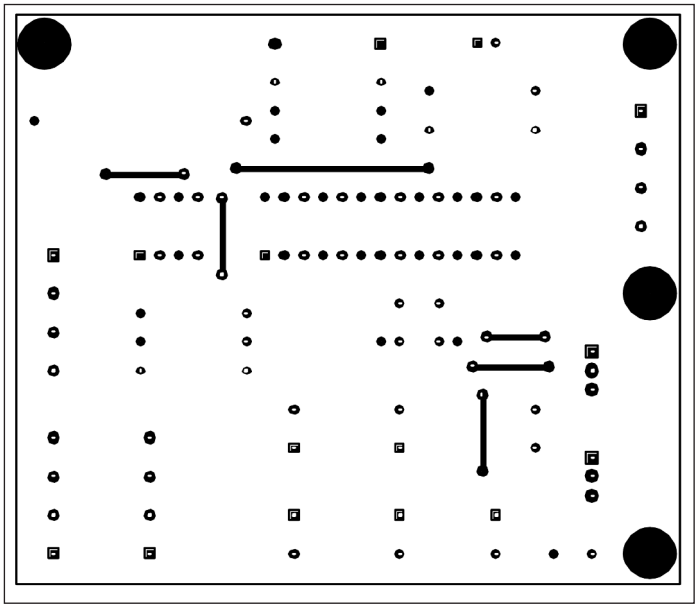


Figura 5: circuito stampato lato componenti.

TABELLA 1

T_{punta}	R_{sense}
°C	Ω
25	23,0
100	29,5
150	34,1
200	38,6
250	43,0
300	47,5
350	51,2
400	56,1
450	60,3

Caratterizzazione del sensore di temperatura.

TABELLA 2

T_{punta}	R_{sense}	V_{sense}
°C	Ω	V
25	23,0	1,50
100	29,5	1,76
150	34,1	1,93
200	38,6	2,07
250	43,0	2,20
300	47,5	2,32
350	51,2	2,41
400	56,1	2,52
450	60,3	2,61

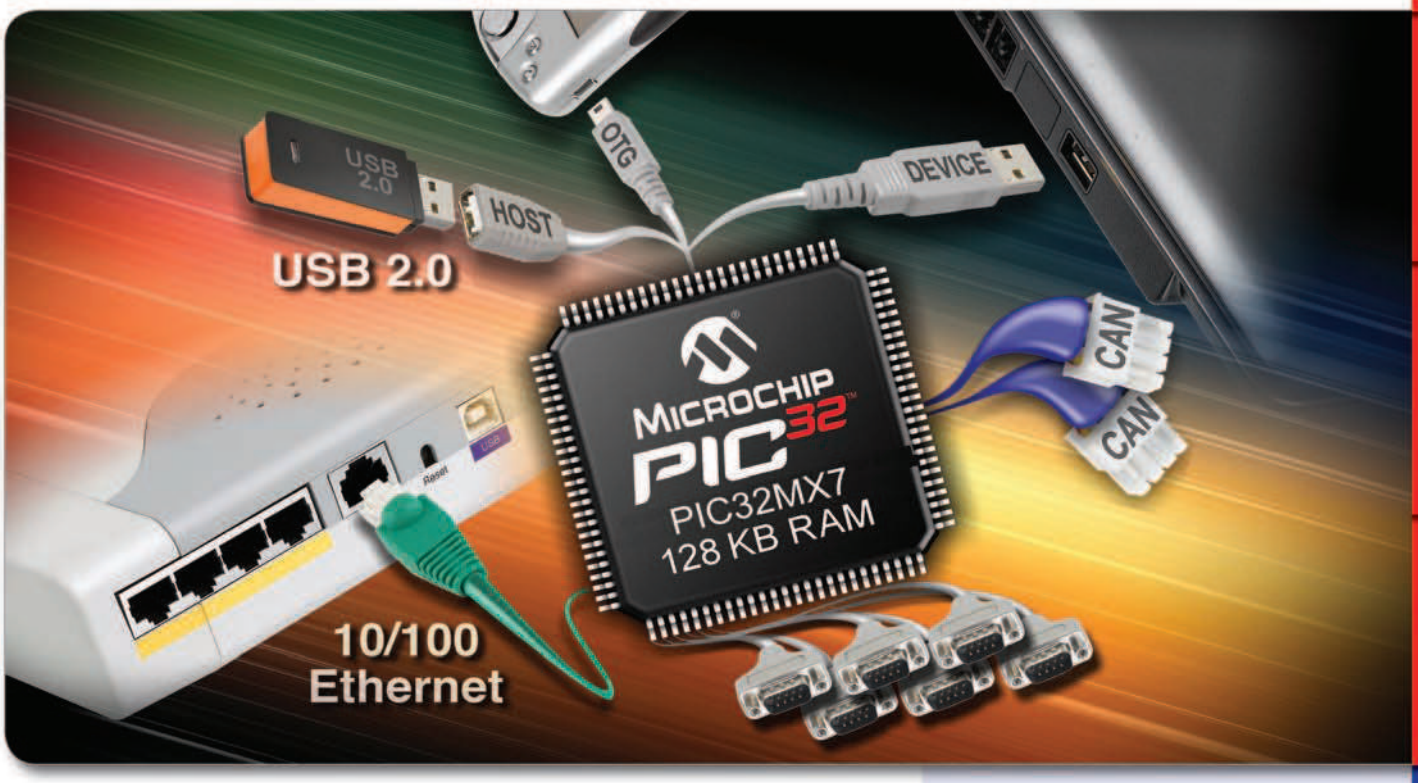
Tensioni di sensing (feedback) per i diversi valori di temperatura della punta.

tenza. La temperatura misurata si ottiene inserendo il sensore di temperatura resistivo nel partitore costituito dalle resistenze R7, R8 e dal sensore stesso. Da questo partitore si ottengono, per le temperature riportate in **tabella 1**, le tensioni riportate in **tabella 2**.

Per una centralina saldante è ragionevole realizzare un sistema di controllo che permetta la regolazione della temperatura in un range compreso tra 150°C e 450°C. A questo range di temperatura corrisponde per la tensione di sensing un range compreso tra 1,93 V e 2,61 V. I valori di temperatura desiderata vengono impostati tramite il potenziometro R10 da 4,7 kΩ, montato esternamente alla scheda. Il partitore costituito da R3, R4, R10 serve per ottenere la tensione di forcing proporzionale alla temperatura desiderata. Per ottenere un range di tensione di forcing prossimo a quello della tensione di sensing sono stati scelti per R3 e R4 i valori di 8,2 kΩ e 4,7 kΩ che, considerando la variazione del potenziometro R10 da 0 Ω a 4,7 kΩ, permettono di ottenere una tensione di forcing variabile tra 1,82 V e 2,67 V.

Queste due tensioni corrispondono rispettivamente alle temperature di 116,7°C e 482,5°C. Pertanto, utilizzando per R3, R4, R7, R8, R10 i valori proposti, si ottiene un sistema in grado di controllare la

Nuove famiglie di MCU PIC32 a 32-bit con Ethernet, CAN, USB e 128 KB di RAM: connettivita' ad alte prestazioni



Microchip amplia la sua linea di microcontroller PIC32 da 32-bit a 80 MHz con tre nuove famiglie che garantiscono fino a 128 Kbyte di RAM e una vasta serie di opzioni integrate di connettività. Tali opzioni sono supportate dagli stack software GRATUITI di Microchip, che rendono estremamente semplice per i progettisti embedded aggiungere connettività alle loro applicazioni.

Tre nuove famiglie di MCU PIC32 a 32-bit con connettività integrata

- Tutte e tre le famiglie dispongono di:
  - USB Host, Device e On-The-Go
  - 6 UART, 5 I²C™, 4 SPI
  - da 64 KB a 128 KB di RAM
- Famiglia MX5: CAN
- Famiglia MX6: 10/100 Ethernet MAC
- Famiglia MX7: Dual CAN, 10/100 Ethernet MAC

Soluzione di sviluppo completa, con software, tool e schede

- Nuovo PIC32 Ethernet Starter Kit e PIC32 USB Starter Kit II
- 2 Stack TCP/IP, USB, criptaggio, grafica, File System
- Librerie CAN nel compilatore

Compatibile con gli attuali MCU USB PIC32 & PIC24 a 16-bit

- Compatibili a livello di pin con le linee PIC32MX4XX e PIC24FJXXXGB
- Medesimi stack software USB e TCP/IP Microchip per gli MCU PIC® a 8- e 16-bit

PER INIZIARE SONO SUFFICIENTI 3 SEMPLICI STEP

1. Acquistare il nuovo PIC32 Ethernet Starter Kit
2. Scaricare gli stack software gratuiti TCP/IP e USB
3. Ordinare i campioni e iniziare a progettare!
   www.microchip.com/PIC32

Part No: DM320004

CODICE MIP 2766982

Intelligent Electronics start with Microchip

microchip DIRECT
www.microchipdirect.com

www.microchip.com/PIC32

MICROCHIP

Il nome e il logo Microchip, il logo Microchip, MPLAB e PIC sono marchi registrati da Microchip Technology Inc. negli USA e in altre nazioni. Tutti gli altri marchi qui menzionati appartengono ai rispettivi titolari.
© 2009 Microchip Technology Incorporated. Tutti i diritti riservati. ME241Ita/11.09

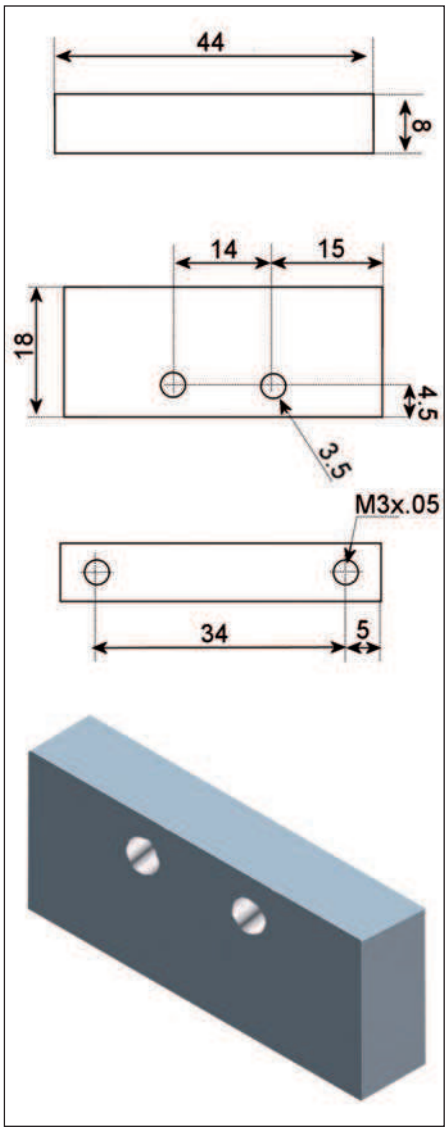


Figura 7: disegno del dissipatore.

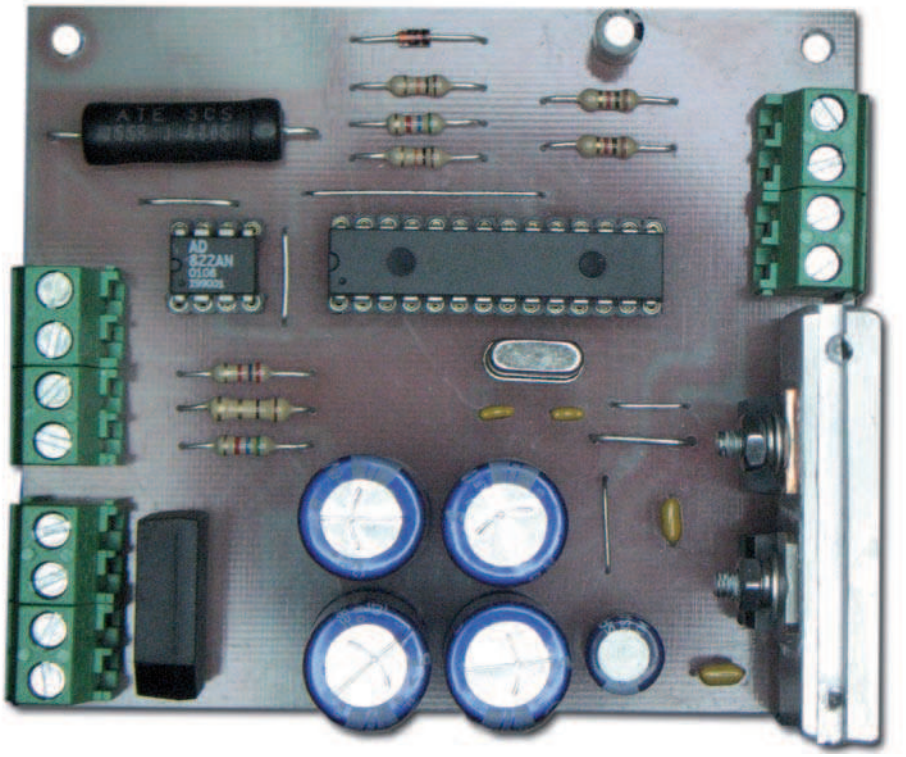
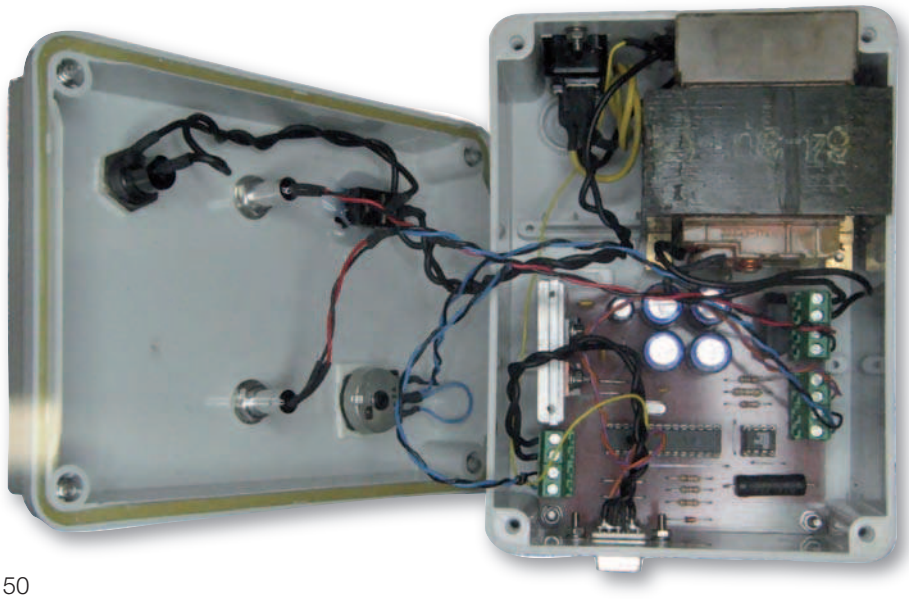


Figura 8: scheda assemblata.

temperatura della punta da un minimo di circa 120°C a un massimo di circa 480°C. Le due tensioni di forcing e sensing vengono applicate, attraverso i due operazionali contenuti all'interno di U2 e utilizzati come inseguitori di tensione, rispettivamente ai due ingressi analogici AN2 ed AN1 del micro. Il quarzo Y1 con i due condensatori C1 e C2 fornisce la frequenza di 10 MHz necessaria al funzionamento del micro. La rete costituita da D1, R1, R2, C3 è il circuito di reset del micro. Questo circuito, collegato al pin di reset MCLR, effettua il reset automatico nel momento in cui viene fornita l'alimentazione. Nel momento in cui si alimenta il circuito il condensatore C3 è scarico e pertanto forza a massa il pin MCLR mantenendo il micro in condizione di reset. Successivamente il condensatore C3 si carica attraverso le resistenze R1 ed R2 e porta il pin MCLR al livello logico alto, facendo sì che il micro inizi ad eseguire il programma. Il mosfet Q1 è utilizzato per alimentare lo stilo saldante in PWM. L'integrato stabilizzatore U3 e il mosfet Q1 vanno montati sopra un piccolo dissipatore.

Figura 9: scheda montata all'interno della scatola.



IL FIRMWARE

Nella **figura 3** è riportato il diagramma di flusso del firmware. Il controllo PWM viene realizzato tramite un'onda quadra di periodo 1 secondo (1000 ms). Le due tensioni di forcing e sensing vengono convertite in digitale dal micro. Nella **tabella 3** sono riportati i valori analogici minimi e massimi delle tensioni di forcing e sensing e i corrispondenti valori digitali ottenuti tramite l'ADC a 10 bit interno

al micro. Il programma esegue ciclicamente i passi di seguito descritti. Viene acquisito e convertito in digitale il valore della tensione di forcing corrispondente alla temperatura desiderata.
Vengono imposti dei limiti sul valore ottenuto per evitare che questo esca dall'intervallo precedentemente indicato:

- Se $V_{forcing_dig}$>546, allora $V_{forcing_dig}$=546
- Se $V_{forcing_dig}$<372, allora $V_{forcing_dig}$=372

Viene acquisito e convertito in digitale il valore della tensione di sensing corrispondente alla temperatura misurata.
Se la tensione di sensing risulta maggiore della tensione di forcing (temperatura misurata maggiore della temperatura desiderata), la variabile time_on (relativa al tempo in cui il mosfet deve rimanere in conduzione) viene posta a zero. In tal modo il saldatore resta spento e la punta si raffredda.
Se la tensione di forcing risulta maggiore della tensione di sensing + 10 step (temperatura misurata molto minore della temperatura desiderata), la variabile time_on viene posta al valore 1000, corrispondente a un duty cycle del 100%. In tal modo il saldatore resta acceso per il 100% del periodo e si riscalda velocemente. Se la tensione di forcing risulta di poco maggiore della tensione di sensing (temperatura misurata prossima a quella desiderata), la variabile time_on viene posta al valore 500, corrispondente a un duty cycle del 50%. In tal modo il saldatore resta acceso per il 50% del periodo e mantiene costante la temperatura della punta. Il firmware è stato scritto in linguaggio C tramite il compilatore CCS. Il codice è riportato nel **listato 1**.
Il codice sorgente e il file di programmazione .HEX sono scaricabili dal sito di Fare Elettronica.

TABELLA 3

T_{punta}	$V_{sensing_analog}$	$V_{sensing_dig}$
150°C	1,93 V	394 step
450°C	2,61 V	534 step
$T_{desiderata}$	$V_{forcing_analog}$	$V_{forcing_dig}$
116°C	1,82 V	372 step
482°C	2,67 V	546 step

Tensioni di forcing e sensing per i valori minimo e massimo della temperatura della punta e corrispondenti valori digitali.

TABELLA 4

PIN	Segnale	Funzione	Sezione cavo
1	LOAD1		
2	LOAD1		
3	LOAD2		
4	LOAD2	Alimentazione saldatore	1 mm²
5	LOAD2		
6	LOAD1		
7	GND	Terra saldatore	0,2 mm²
8	RX1	Sensore di temperatura	0,2 mm²
9	RX2		

Connessioni connettore di uscita.

MONTAGGIO

Nelle **figure 4** e **5** è riportato il disegno del circuito stampato visto dal lato saldature e dal lato componenti. Nella **figura 6** è riportato il piano di montaggio.
Realizzando il circuito stampato in casa i collegamenti previsti sul lato componenti verranno realizzati tramite ponticelli di filo. I quattro fori di fissaggio riportati sono di diametro 3,5 mm. I fori per le morsettiere e per il ponte raddrizzatore devono essere realizzati con una punta da 1,4 mm; quelli per il mosfet, lo stabilizzatore, la resistenza di potenza e il ponticello di massa (coppia di fori allineati con il pin centrale di Q3) da 1 mm; tutti gli altri da 0,8 mm. Il montaggio del circuito è semplice. Conviene iniziare dai ponticelli di filo, tenendo presente che quello che collega i due piani di massa (allineato con il pin centrale di Q3) va realizzato con filo di diametro 1 mm. In seguito si montano i due zoccoli per gli integrati U1 e U2. Successivamente si montano tutte le resistenze da 1/4 W e il diodo D1, poi la R8 da 1/2 W e infine la R7 da 1 W. A seguire si montano i condensatori di piccole dimensioni C1, C2, C9, C10 e poi gli elettrolitici lasciando ovviamente per ultimi i quattro condensatori da 1000 mF. Si montano poi il quarzo Y1, il ponte raddrizzatore BR1 e le tre morsettiere. Restano da montare lo stabilizzatore U3 e il mosfet Q1; questi vanno montati sopra un piccolo dissipatore. Quest'ultimo è stato realizzato con un ritaglio di alluminio opportunamente forato, secondo quanto riportato in **figura 7**.
Nella parte inferiore del dissipatore sono stati praticati due fori a passo 34 mm per consentirne il fissaggio al circuito stampato. Questi sono stati filettati con maschio M3. I due componenti U3 e Q1 vanno fissati sul dissipatore tramite viti M3 con dado, rondella piana e rondella elastica. Occorre interporre tra componente e dissipatore una mica per contenitore TO220, utilizzando del grasso al silicone (thermal compound) per favorire lo scambio termico. Si deve infine inserire sulla vite una rondella isolante in plastica per contenitore TO220. Al termine del montaggio è opportuno controllare con un tester che le alette dei due componenti e il dissipatore siano isolati. Una volta mon-

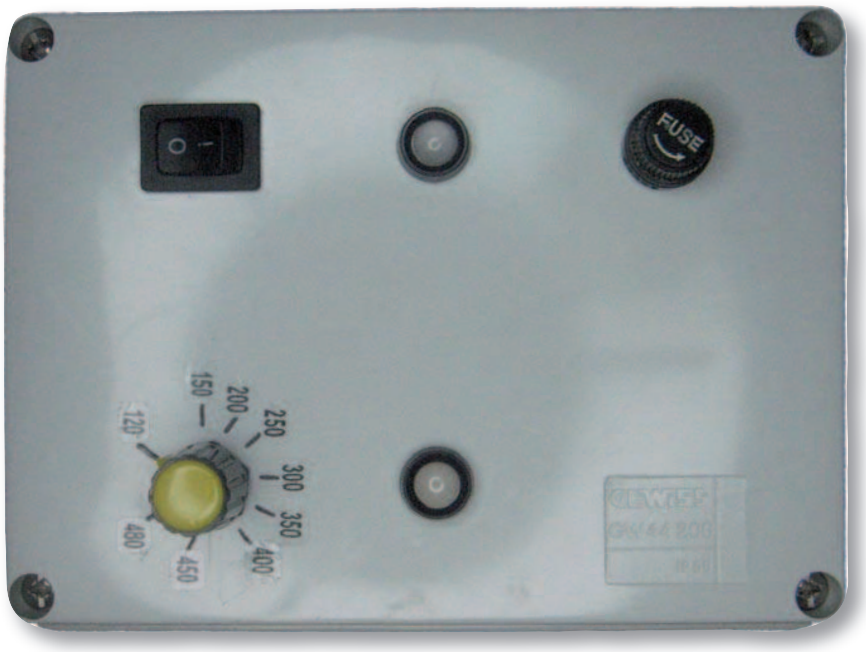


Figura 10: scatola chiusa.

tati i due componenti sul dissipatore si fissa quest'ultimo al circuito stampato tramite viti M3 interponendo uno spessore che mantenga il dissipatore sollevato di circa 5 mm dal circuito stampato. Infine si saldano i pin di U3 e Q1. In **figura 8** è visibile la scheda assemblata.

Collegamenti esterni

Una volta assemblata la scheda occorre realizzare i collegamenti con i componenti esterni e inserire il tutto in un contenitore. Relativamente a quest'ultimo si è optato per una scatola di derivazione da impianto elettrico modello Gewiss GW44206. Al suo interno sono stati fissati il trasformatore e la scheda tramite viti con dado. Sul coperchio sono stati realizzati i fori per il montaggio dell'interruttore, del portafusibile, del potenziometro e dei due led. Sui due lati corti sono state realizzate le asole per il montaggio del connettore di rete e del connettore di uscita. Il connettore di uscita è stato montato sul lato anteriore della scatola. Si è scelto di utilizzare un connettore a vaschetta 9 poli femmina con i contatti collegati come riportato in **tabella 4**. Di conseguenza è stato necessario sostituire il connettore dello stilo saldante con un connettore a vaschetta 9 poli maschio, collegato come riportato in **tabella 5**.

TABELLA 5

PIN	Colore cavo	Funzione
1	Blu	Alimentazione resistenza riscaldante
2	Blu	Alimentazione resistenza riscaldante
3	Marrone	Alimentazione resistenza riscaldante
4	Marrone	Alimentazione resistenza riscaldante
5	Marrone	Alimentazione resistenza riscaldante
6	Blu	Alimentazione resistenza riscaldante
7	Bianco	Terra
8	Nero	Sensore di temperatura
9	Rosso	Sensore di temperatura

Connessioni stilo saldante.

Il connettore di rete è stato montato sul lato posteriore. Accanto a questo è stato montato un jack femmina per il collegamento della terra ESD. Quest'ultimo è stato collegato in modo che, quando il maschio è disinserito, la terra del saldatore sia connessa con il contatto di terra del connettore di rete.
Quando invece il maschio è inserito la terra del saldatore è connessa con il jack stesso che farà capo ad un eventuale impianto di terra ESD. I collegamenti relativi all'alimentazione 230 V, alla 24 V in uscita dal trasformatore e all'uscita per l'alimentazione del saldatore sono stati realizzati con del cavo unipolare da 1 mm^2. I rimanenti con del cavo da 0,2 mm^2. In **figura 9** è visibile la scheda montata all'interno della scatola, mentre in **figura 10** è visibile la scatola chiusa.

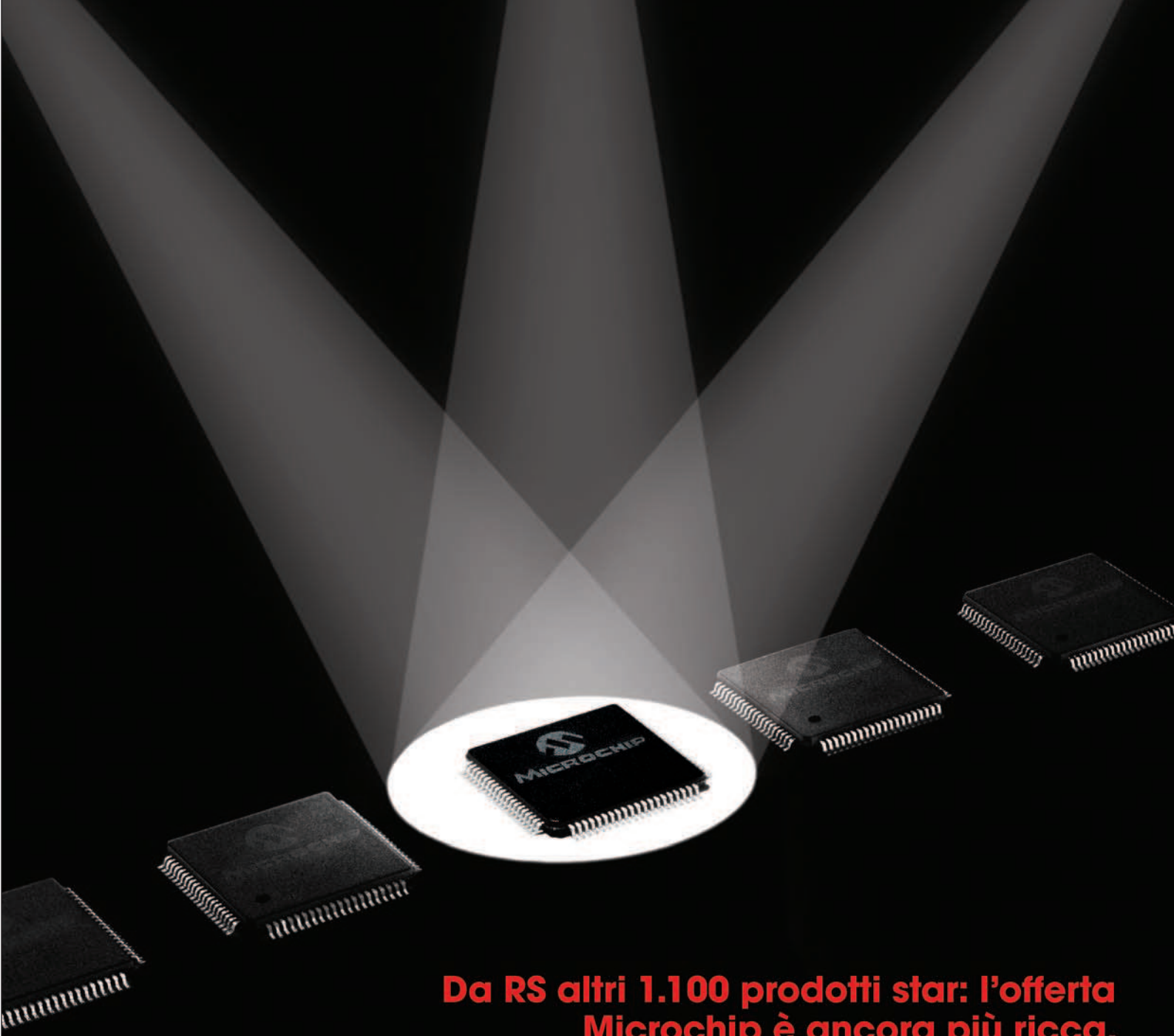
CARATTERIZZAZIONE TERMICA

Al termine del montaggio è stata eseguita una caratterizzazione termica con lo scopo di determinare il range delle temperature ottenibili.
Si è proceduto applicando una termocoppia sulla punta del saldatore e rilevando le temperature misurate nelle diverse posizioni del potenziometro. In tal modo è stato possibile determinare la scala graduata visibile nella **figura 10**. Sono state inoltre monitorate le temperature raggiunte dal dissipatore e dal trasformatore durante il funzionamento del sistema. Si è rilevato che, mentre la temperatura del dissipatore si stabilizza intorno ai 65°C, quella del trasformatore intorno ai 70°C.

CONCLUSIONI

Nel presente articolo è stata trattata la realizzazione di una centralina saldante regolabile in grado di regolare con continuità la temperatura della punta del saldatore da un minimo di 120°C a un massimo di 480°C. Il sistema è stato progettato e realizzato per l'uso con uno stilo Weller modello WSP80.
Lo stesso, tuttavia, apportando le opportune modifiche ai partitori e al firmware, può essere adattato per stili di altre marche e modelli. ❑

CODICE MIP 2780508



Da RS altri 1.100 prodotti star: l'offerta Microchip è ancora più ricca.

CODICE MIP 2761754

MICROCHIP

rswww.it

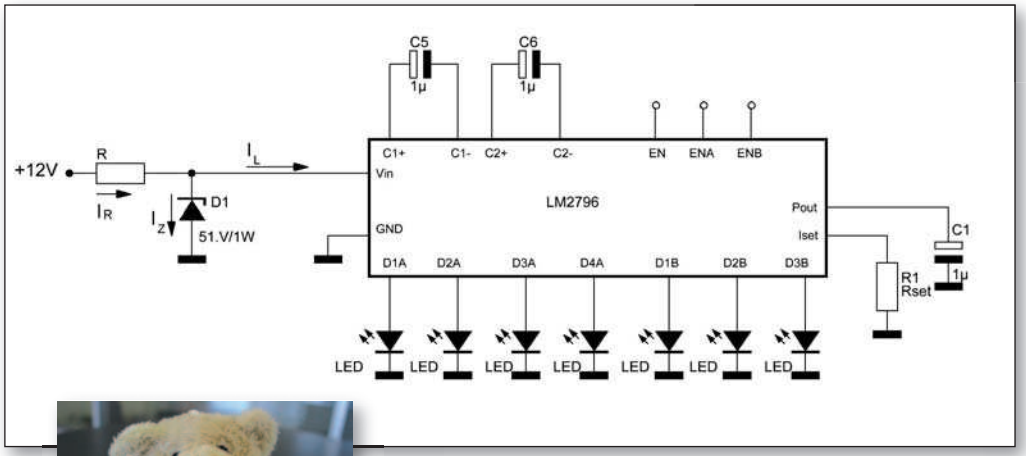
RS

elettro quiz 296

rispondi & vinci

Le risposte ai quiz "Base" e "Avanzato" vanno inviate esclusivamente compilando il modulo su www.farelettronica.com/eq specificando la parola chiave ***"offset"****.*

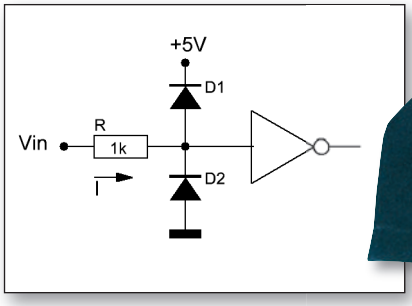
Le risposte ed i vincitori (previa autorizzazione) sono pubblicati alla pagina www.farelettronica.com/eq a partire dal 15 del mese successivo alla pubblicazione sulla rivista. A tutti i partecipanti verrà assegnato un buono sconto del 10% (validità 3 mesi dalla data di assegnazione) utilizzabile per un prossimo acquisto su www.ieshop.it



Se rispondi correttamente potrai vincere il simpatico portachiavi di Fare Elettronica.

base

Il circuito costituito dalla resistenza R e dal diodo zener consente di ridurre la tensione di alimentazione da 12V a 5,1V rendendola adatta ad alimentare tutta la rete a valle del diodo zener. Sapendo che tale rete assorbe al massimo 150mA, determinare il valore corretto per la resistenza R in modo che il diodo zener lavori ad una potenza pari alla metà della sua potenza nominale.



Per i più bravi in palio il gilet "Reporter" di Fare Elettronica.

avanzato

La porta NOT nel circuito di figura è di tipo CMOS e i due diodi di ingresso sono da considerarsi non ideali con tensione di soglia pari a 0,7V. Determinare la dissipazione di potenza dell'intero circuito nel caso in cui Vin=+15V e Vin=5V.

Problemi di SICUREZZA? Ecco la nostra soluzione!

Vasta scelta di DVR (*Video Registratori Digitali*) per soddisfare qualsiasi esigenza di videosorveglianza.
Tutti i nostri modelli consentono la registrazione in locale ed il controllo remoto tramite Internet.

NEW

€ 655,00
IVA INCLUSA

Set completo per videosorveglianza con monitor LCD da 19"

Si installa in pochi minuti! Possibilità di connessione ad un router ADSL per controllo remoto tramite Internet. Più di tre mesi di registrazione continua sull'hard disk interno.

Il sistema comprende:

- 1 pz DVR 4 canali 100 IPS con telecomando (cod. DVR4L4)
- 1 pz Hard Disk 320 GB SATA
- 1 pz Monitor LCD 19'' WIDE
- 2 pz Telecamera con IR (cod. CP393)
- 2 pz Alimentatore per telecamera
- 2 pz Cavo video con plug d'alimentazione 10 metri (cod. VP002-10)

HDD 320GB SATA

Velocità di trasferimento (7200 rpm) e riduzione degli errori grazie agli 8MB di buffer. Formato 3.5 pollici, rumorosità 32 dB. Ideale per essere utilizzato con i nostri DVR dotati d'interfaccia SATA.

SATAHD320GB

69,00

DVR 4 canali H264 con Ethernet, porta USB e uscita VGA/Videocomposito

€ 295,00
IVA INCLUSA

SERIAL ATA · USB

Videoregistratore digitale real-time con formato di compressione H.264, quattro canali con frame rate di 100 IPS, interfaccia Ethernet (10-100 Base-T), uscita video VGA e videocomposito. Dispone di porta USB, per il trasferimento delle sequenze video su chiavetta, e di ingresso/uscita audio. Funzione Motion Detection, possibilità di registrare, riprodurre e visualizzare contemporaneamente le immagini. Visione da remoto tramite connessione Internet con possibilità di effettuare registrazioni e back-up. Supporta 1 hard disk SATA con capacità massima di 1TB (non compreso).

DVR4L4

Principali caratteristiche dei nostri DVR

Codice		Canali	Interfaccia per Back-up	HDD	Compressione	IPS	Uscita video	IN/OUT audio	Telecom. IR	IN/OUT allarme	Prezzo
FR381		4	Ethernet USB (pendrive)	SATA (interno)	H264	100	V. comp.	4/2	•	4/1	€ 350,00
FR371		4	DVD-RW Ethernet USB (pendrive)	IDE/ATA (interno)	MPEG4 (CIF) / MPEG4 (FRAME)	100	V. comp.	2/1	•	4/1	~~€ 500,00~~
FR375		4	Ethernet USB (pendrive)	SATA (interno)	H264	100	VGA V. comp.	4/1	•	4/1	€ 385,00
FR374		4	Ethernet USB (collegamento PC-Backup)	SATA (interno)	MPEG4 (CIF) / MPEG4 (FRAME)	50	V. comp.	1/1	•	4/1	~~€ 220,00~~
FR395		8	Ethernet USB (pendrive)	SATA (interno)	H264	200	VGA V. comp.	4/2	•	8/1	€ 840,00
FR435	NEW	8	Ethernet USB (pendrive)	SATA (interno)	H264	200	VGA V. comp.	8/1	•	4/3	~~€ 590,00~~
FR335		16	CD-RW Ethernet USB (pendrive) RAID	IDE/ATA (interno)	MPEG4 (CIF) / MPEG4 (FRAME)	400	V. comp.	4/2	•	16/1	€ 1.320,00
FR396		16	Ethernet USB (pendrive)	SATA (interno)	H264	400	VGA V. comp.	4/2	•	16/1	~~€ 1.000,00~~

NOTA: I videoregistratori digitali vengono forniti senza Hard Disk. Tutti i DVR sono alimentati a bassa tensione mediante specifico adattatore da rete (incluso).
V. comp. = uscita segnale videocomposito (con connettore BNC) per monitor tradizionali di tipo analogico.

CODICE MIP 2779580

FUTURA ELETTRONICA idee in elettronica
Via Adige, 11 • 21013 Gallarate (VA) • Tel. 0331/799775 • Fax. 0331/792287

Maggiori informazioni su questi prodotti e su tutte le altre apparecchiature sono disponibili sul sito *www.futurashop.it* tramite il quale è anche possibile effettuare acquisti on-line.

Tutti i prezzi sono da intendersi IVA inclusa.

a cura della Redazione

CONCORSO INVENTORE ELETTRICO e ELETTRONICO

VINCE *la scarpa* GPS

Quindicesima edizione per l'appuntamento più atteso e curioso della Grande Fiera dell'Elettronica che si è tenuta a Forlì il 5 e 6 dicembre 2009

A dicembre, nel contesto della grande fiera dell'elettronica di Forlì, si è tenuta la quindicesima edizione del concorso "inventore Elettrico ed Elettronico" organizzato da Blunautilus con la partecipazione di Fare Elettronica. Il concorso è aperto a tutti, o meglio, a chiunque ritenga di discendere da 'qualche brillante inventore', o semplicemente reputi di aver avuto un'intuizione innovativa ed inedita, in ambito elettro-elettronico.

LA CLASSIFICA

Una giuria di persone qualificate selezionate da Fare Elettronica ha espresso il proprio voto secondo quattro criteri stabiliti:
- INNOVAZIONE - l'invenzione è innovativa? Esistono sul mercato soluzioni simili o alternative?
- QUALITA' - l'invenzione è affidabile? Quali sono i possibili problemi che possono scaturire da suo utilizzo?
- APPLICABILITA' - a cosa serve? Perché un investitore dovrebbe finanziare il mio progetto?
Il vincitore di quest'anno è stato Federico Pinto che ha presentato una scarpa modificata in cui all'interno del tacco ha inserito un ricevitore GPS dotato di modem GSM per segnalare la posizione della persona in caso di emergenza. Al secondo posto si è classificato Salvatore Pinna con il progetto di un elmetto in grado di rilevare oggetti in movimento per garantire la sicurezza sui cantieri. Terzo classificato l'affezionatissimo Ermes Mangolini che quest'anno ha presentato una invenzione all'insegna dell'energia pulita: un dispositivo che riproduce musica alimentato dall'energia meccanica ricavata dal movimento di una bicicletta. Il quarto posto è andato a Filippo Sergio che ha presentato un proprio studio sulla previsione dei terremoti. Quinto posto per l'associazione Bendandiana nella persone della signora Paola Pescerelli Lagorio che quest'anno ha presentato una dispositivo per riprodurre le maree terrestri in scala ridotta. Come sempre le invenzioni hanno attirato l'attenzione del pubblico e, ci auguriamo, anche di qualche investitore.

Scarpa GPS

27 milioni di persone nel mondo, 800 mila solo in Italia, soffrono del morbo di Alzheimer, una malattia degenerativa che distrugge progressivamente le cellule celebrali, rendendo poco a poco l'individuo che ne è affetto incapace di una vita normale. La malattia si manifesta inizialmente come demenza, caratterizzata da amnesia progressiva e altri deficit cognitivi. Il deficit di memoria è prima circoscritto a sporadici episodi nella vita quotidiana, ovvero disturbi di

quella che viene chiamata on-going memory, amnesie di cui si rendono conto più i familiari che il paziente stesso. Poi man mano che il deficit aumenta, (essendo un deterioramento cognitivo cronico progressivo) e la perdita di memoria arriva a colpire anche la memoria episodica retrograda porta chi ne soffre a frequenti perdite di memoria e a momenti di smarrimento, arrivando a non riconoscere più oggetti usuali, con l'impossibilità di un adeguato utilizzo degli oggetti stessi. Una persona colpita dal morbo può vivere anche una decina di anni dopo la diagnosi conclamata di malattia e anche se al momento non esiste una cura efficace sono state proposte diverse strategie terapeutiche per provare a gestire clinicamente il morbo di Alzheimer; tali strategie puntano a modulare farmacologicamente alcuni dei meccanismi patologici che ne stanno alla base. Intorno a chi soffre di questo problema, ruotano persone come familiari del paziente che si trovano a lottare contro un male di cui al momento non esiste cura. Come fare ad aiutare le persone che convivono con questo male? A tranquillizzare i familiari è arrivata la scarpa GPS, una scarpa al cui interno si trova un localizzatore satellitare in grado di rilevare in tempo reale gli spostamenti e la posizione dell'individuo che la indossa, a segnalare l'allontanamento da una zona prestabilita, riuscendo a comunicare in tempo reale la posizione a un computer, cellulare o palmare, facendo così capire ai familiari se l'individuo si è smarrito non ricordando la strada di casa, ma soprattutto dove si trova.

E' possibile gestire tutti i parametri della scarpa tramite cellulare o PC, con un autonomia delle batterie ricaricabili fino a 3 giorni.

PER *approfondire...*

Scarpa GPS, di Federico Pinto - chicoxxx@libero.it - 0586/631522

Elmetto segnalatore di pericoli, di Salvatore Pinna – 345 2156582

Bici musicale, di Ermes Mangolini - 347/7868745

Simulatore di maree terrestri, di Paola Pescerelli Lagorio - osservatoriobendandi@virgilio.it

di ANTONIO GIANNICO

I motori passo-passo *(parte prima)*

TIPOLOGIE di MOTORI

I motori passo-passo, anche noti tecnicamente come stepper motor, sono macchine elettriche estremamente versatili utilizzati in una infinità di applicazioni, soprattutto negli azionamenti elettrici incrementali. Le loro caratteristiche elettromeccaniche e la loro affidabilità rendono questi motori elettrici unici nel loro genere. Scopriamo come sono fatti, su quali principi si basa il loro funzionamento, quali sono i loro pregi e quali le loro applicazioni

I motori passo-passo sono macchine elettriche che presentano caratteristiche specifiche che li rendono differenti da qualunque altro tipo di motore elettrico e adatti ad applicazioni in cui qualunque altro motore elettrico sarebbe di difficile impiego. Trattare in modo organico e sufficientemente completo l'argomento richiede uno spazio abbastanza ampio, motivo per cui si è preferito scomporlo in due parti. Nella prima parte (il presente articolo) tratteremo le generalità sui motori passo-passo, ne illustreremo le diverse tipologie esistenti e tecnicamente realizzate oggi e ne analizzeremo il principio di funzionamento in modo da poter poi porre l'attenzione sulle sue principali caratteristiche statiche e dinamiche. Tutto questo ci consentirà di dedurre in maniera naturale quali siano i vantaggi e gli svantaggi legati all'impiego di questi motori e quindi di delinearne in maniera ovvia i campi applicativi. Concluderemo pertanto il presente articolo lasciando alla seconda ed ultima Parte, che sarà presentata nel prossimo numero di Fare Elettronica, gli approfondimenti che riguarderanno soprattutto un argomento cruciale e imprescindibile quando si parla di motori passo-passo: i circuiti di pilotaggio e l'elettronica di controllo.

GENERALITÀ SUI MOTORI PASSO-PASSO

I motori elettrici sono macchine elettriche rotanti capaci di convertire l'energia elettrica in energia meccanica e per questo sono impiegati in una infinità di applicazioni sia industriali che non industriali, dagli elettrodomestici a sistemi meccanici complessi. L'energia di movimento in cui

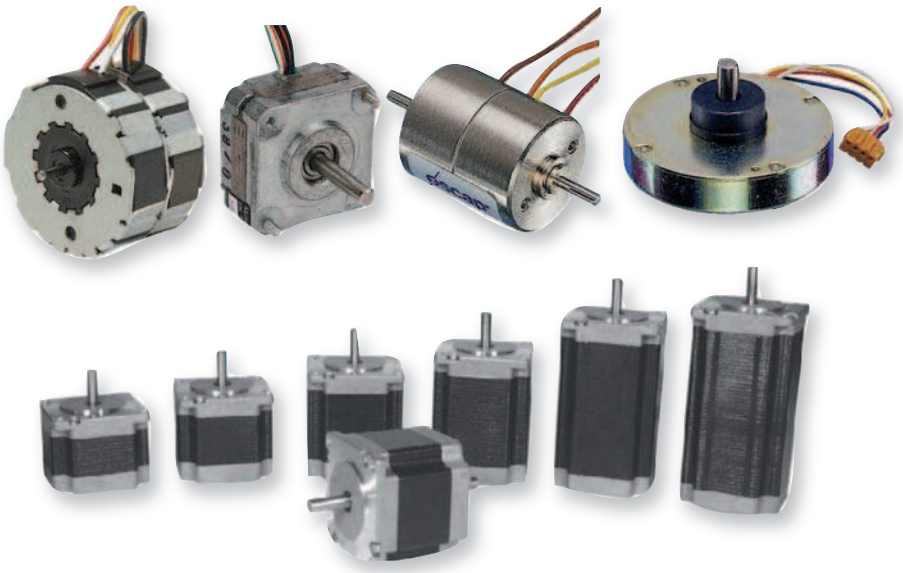


Figura 1: alcune tipologie di motori passo-passo diffusi in commercio.

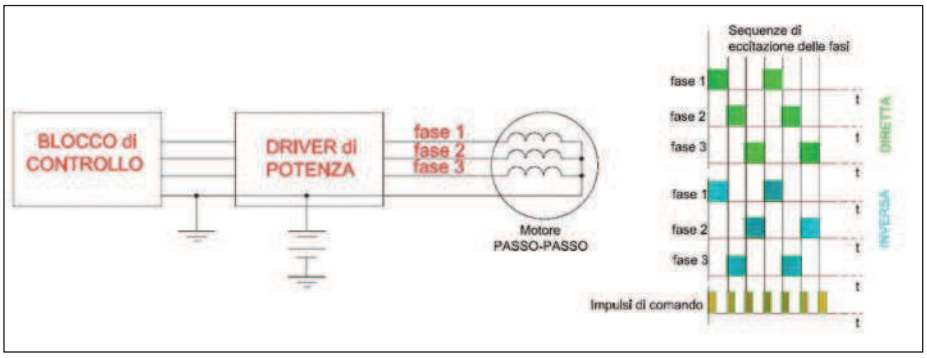


Figura 2: schematizzazione a blocchi di un motore passo-passo, della logica di controllo e delle fasi di eccitazione per un motore a tre fasi.

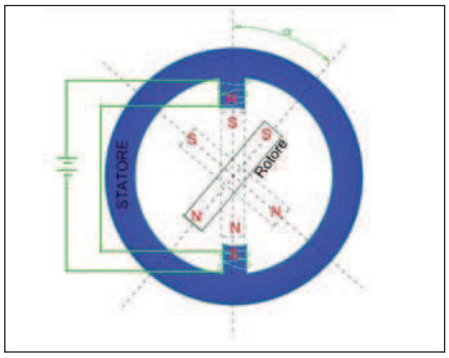


Figura 3: schematizzazione di un motore passo-passo a riluttanza variabile (VR Motor).

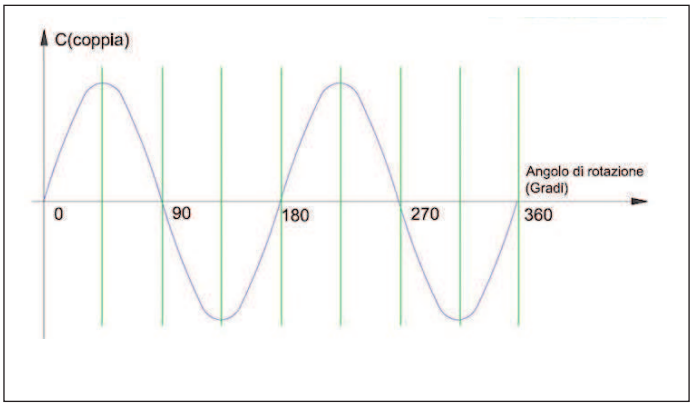


Figura 4: coppia statica del motore passo-passo a riluttanza variabile della precedente figura 3.

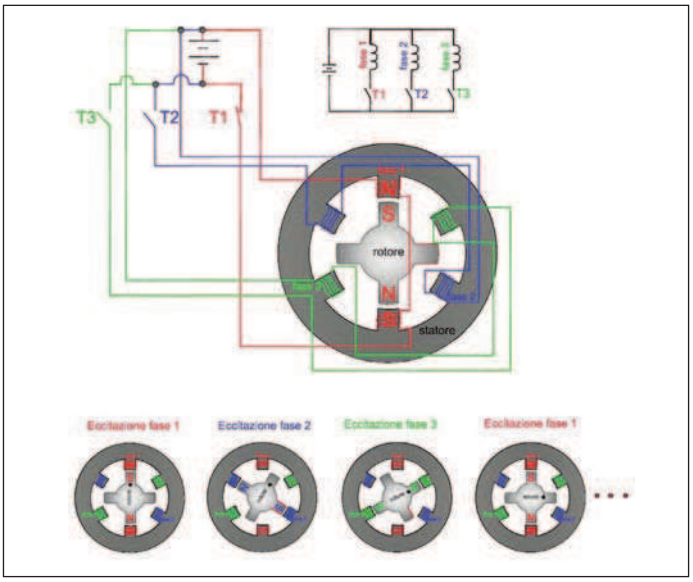


Figura 5: motore passo-passo a riluttanza variabile a tre fasi (6 poli statorici e quattro poli rotorici).

è possibile trasformare l'energia elettrica è infatti di fondamentale importanza per mettere in moto qualunque macchina operatrice e qualunque azionamento elettromeccanico. Tutti i motori elettrici presentano in comune tra loro il fatto di funzionare grazie ad effetti ed interazioni elettromagnetiche tra avvolgimenti o tra avvolgimenti e magneti e sono meccanicamente dotati di uno statore, solidalmente legato alla carcassa della macchina stessa, ed un rotore che rappresenta quella parte della macchina che ruotando trascina con se un asse di rotazione su cui è possibile rendere disponibile, di conseguenza, una coppia motrice necessaria ad azionare meccanismi e/o macchine operatrici. A parte questi aspetti va detto che esistono tipi di motori elettrici molto diversi tra loro adatti a funzionare in regime di corrente continua o alternata, monofasi o trifasi, sincroni o asincroni e diversi tipi di motori spesso classificati come motori speciali tra cui anche piccoli motori spesso detti micromotori. Ciascuno di questi tipi di motori trova applicazioni differenti a causa delle differenti caratteristiche di potenza, affidabilità, facilità di controllo in catena aperta o chiusa, caratteristiche costruttive, caratteristiche elettriche, robustezza e prestazioni meccaniche. Alcuni tipi di motori elettrici, inoltre, sono fondamentali nel campo degli azionamenti elettrici in quanto più facilmente controllabili di altri. Quando si parla di azionamenti elettrici molti pensano ai motori in corrente continua dimenticando le numerose applicazioni che sono invece proprie di un altro tipo di motore elettrico: il motore passo-passo appunto, anche detto motore stepper o stepping motor. Come per la maggior parte dei motori elettrici anche i motori passo-passo sono in realtà di concezione abbastanza vecchia, tuttavia sono stati impiegati diffusamente nelle applicazioni pratiche solo dopo che la tecnologia dei dispositivi elettronici a semiconduttore ha permesso lo sviluppo di circuiti di controllo sufficientemente efficienti e veloci (dispositivi elettronici di potenza).

I motori passo-passo **(figura 1)** sono infatti motori con rotore a magnete e quindi senza avvolgimenti rotorici il cui controllo può essere ricondotto, almeno in linea di principio, all'impiego di un certo numero di interruttori elettronici che realizzando la commutazione elettronica intervengono sull'alimentazione degli avvolgimenti, che sono dislocati sullo statore, con una determinata sequenza. Per questo motivo essi rientrano nella categoria

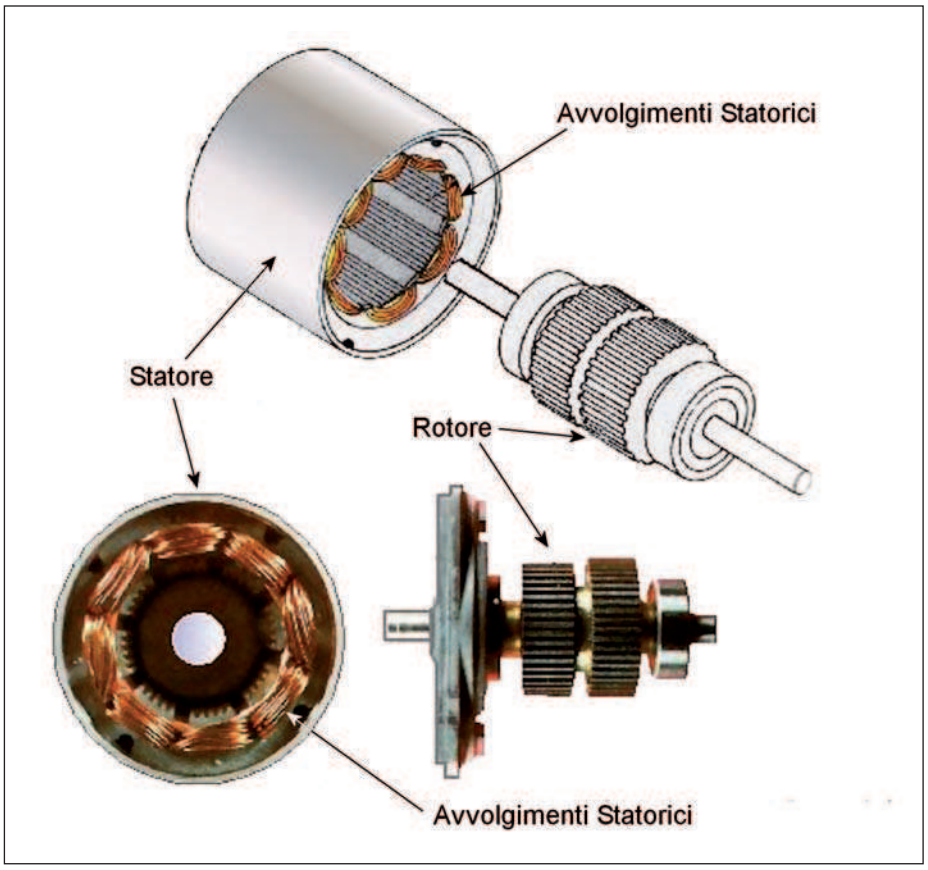


Figura 6: struttura meccanica di un motore passo-passo a riluttanza variabile con passo angolare pari a 30º.

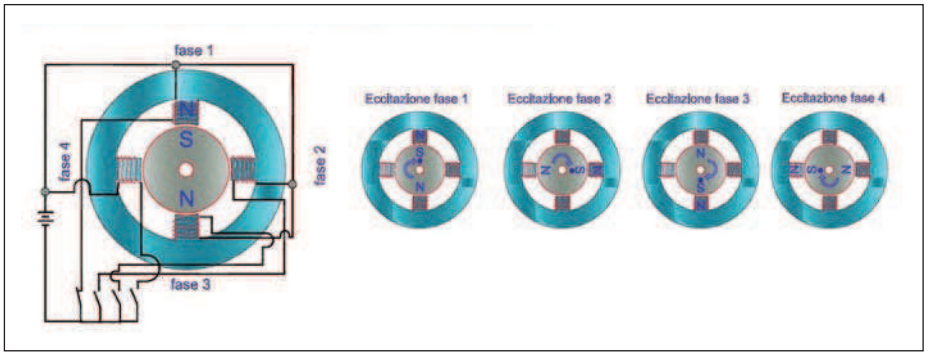


Figura 7: schematizzazione di un motore passo-passo a magnete permanente con quattro fasi (4 poli statorici, 2 poli rotorici e passo 90º).

dei motori anche detti a commutazione elettronica (di cui fanno parte anche i motori in corrente continua senza spazzole cioè i cosiddetti brushless DC motor). La realizzazione dei motori passo-passo è divenuta pertanto conveniente a partire dagli anni '60 e '70 dopo l'enorme progresso compiuto dai componenti elettronici allo stato solido (che ha permesso la realizzazione di efficienti circuiti di pilotaggio e controllo) e dai processi di costruzione dei magneti permanenti. Il motore passo-passo viene alimentato in corrente continua e permette di risolvere efficacemente un problema ricorrente negli azionamenti elettrici: quello del controllo del posizionamento angolare. Infatti, pensare di poter effettuare uno spostamento angolare preciso con un normale motore in corrente continua è quasi impossibile. Con i motori passo-passo invece è possibile ottenere elevate precisioni nella risposta al segnale di ingresso anche con configurazioni circuitali in catena aperta, cioè, senza anello di retroazione che riporti in ingresso l'errore o scostamento rispetto al valore di uscita che si desidera ottenere.

Figura 8: struttura magnetica di un rotore liscio per motore passo-passo a magneti permanenti (numero di coppie polari Nd=12 passo angolare = 7,5º).

Il fatto che la commutazione elettronica, cioè statica, abbia efficientemente sostituito in quegli anni la commutazione elettromeccanica ha significato per la macchina un significativo miglioramento in termini di facilità di impiego e versatilità. Gli aspetti principali che distinguono il motore passo-passo dagli altri tipi di motore sono legati alla sua caratteristica di moto incrementale invece che continuo. Si tratta in altre parole di un movimento che avviene a scatti discreti in cui ogni scatto corrisponde ad un impulso dell'apparecchiatura elettronica di controllo, la quale elabora i segnali necessari per il pilotaggio dell'alimentazione del motore che solitamente è una tensione continua. Questo significa che un motore passo-passo necessita sempre, a differenza degli altri motori, di un sistema di controllo elettronico per poter seguire in modo opportuno gli spostamenti angolari programmati. Ad ogni impulso il rotore del motore passo-passo ruota in una direzione ben precisa e di un angolo ben preciso comunemente detto *angolo di passo* o più semplicemente *passo* o *step* (da cui l'appellativo di motore passo-passo o stepper). L'angolo di passo dipende essenzialmente dalle caratteristiche costruttive del motore per cui un motore passo-passo può avere un passo più o meno fine a seconda del modello, solitamente compreso tra 1,8º e 90º ed in alcuni casi anche inferiore. Solitamente il controllo di questo tipo di motore avviene in catena aperta. Prima di comprenderne le caratteristiche costruttive, da cui dipendono tutte le caratteristiche di con-

trollo, è opportuno fissarne una schematizzazione a blocchi che riassuma il più possibile gli aspetti funzionali fin qui discussi. A tale proposito si osservi quanto riportato in **figura 2**.
Il circuito di controllo determina la fase o la coppia di fasi dello statore da pilotare, cioè da eccitare. Il motore passo-passo, infatti, come già accennato, non presenta avvolgimenti rotorici ma solo avvolgimenti statorici. L'eccitazione delle fasi del motore corrisponde alla chiusura dell'alimentazione sulla o sulle fasi per il tempo di durata compreso tra due impulsi di comando. Ad ogni impulso di comando il rotore ruota di un passo nel verso stabilito. Lo schema di **figura 2** esemplifica più precisamente il funzionamento di un motore passo-passo a tre fasi pilotato in catena aperta. Nel diagramma delle fasi, in alto, è indicata la sequenza delle fasi che determina una eccitazione diretta mentre nella parte in basso dello stesso diagramma si osserva la sequenza di eccitazione inversa. Quest'ultima è ottenuta invertendo l'ordine di pilotaggio di due delle tre fasi del motore e pertanto non è univoca. Quanto appena esposto spiega, in ogni caso, anche il perché il motore passo-passo sia spesso visto come un attuatore elettromeccanico incrementale di precisione che converte gli impulsi elettrici in rotazioni.
Anche senza avere ancora alcun dettaglio sugli aspetti costruttivi del motore è facile intuire che la coppia motrice sviluppata sia massima all'inizio del passo e minima alla fine del passo cioè a passo compiuto. Diciamo minima e non nulla in quanto l'angolo finale dopo un passo dipende anche dalla coppia resistente applicata all'asse del motore, cosa che non consente al passo angolare di compiersi completamente (il punto di arresto dopo un generico impulso di comando è determinato dal punto di equilibrio tra coppia motrice e coppia resistente o antagonista e solo se quest'ultima è nulla il rotore compie completamente il passo posizionandosi nel punto di equilibrio teorico).
La seguente relazione esprime in modo ideale il valore della coppia motrice, relazione che evidenzia un aspetto importante dei motori passo-passo: la coppia motrice può esser tanto positiva quanto negativa. L'angolo argomento della funzione seno altro non è che lo scostamento angolare rispetto alla posizione di equilibrio a vuoto quando non vi sono coppie antagoniste in gioco.

$$C=C_M \sin\alpha$$

Coppia positiva significa che il motore sta sviluppando una coppia motrice che tende a vincere l'opposizione di una coppia resistente mentre coppia negativa significa che il motore tende a sviluppare una coppia frenante rispetto a quella applicata dall'esterno sul suo asse.
La presenza di una coppia resistente evidentemente determina il seguente punto di equilibrio:

$$C_r=C_M \sin\alpha_{eq}$$

Dove Cr è la coppia resistente e pertanto l'angolo argomento della funzione seno è

PER *approfondire...*

- **Macchine elettriche II Ed.-Cap. 17 (Motori a commutazione elettronica) M. Pezzi-Zanichelli Editore**
- **Datasheet di motori passo passo dai siti web di diversi costruttori (Crouzet, Hurst manufacturing, Johnson Electric, McLennan Servo Supplies, Philips) e fornitori (RS Components);**

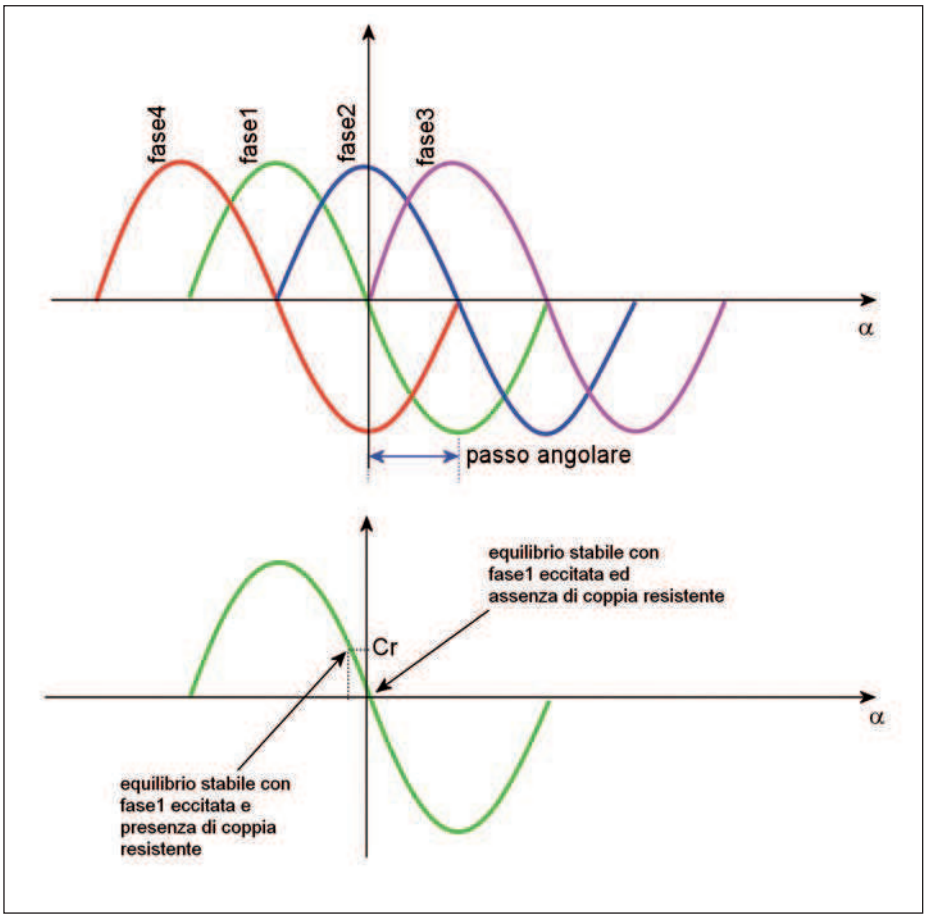


Figura 9: andamento ideale della coppia statica per eccitazione delle diverse fasi statoriche (motore passo-passo con quattro fasi, m=4) e punto di equilibrio stabile in assenza di coppia resistente ed in presenza di coppia resistente.

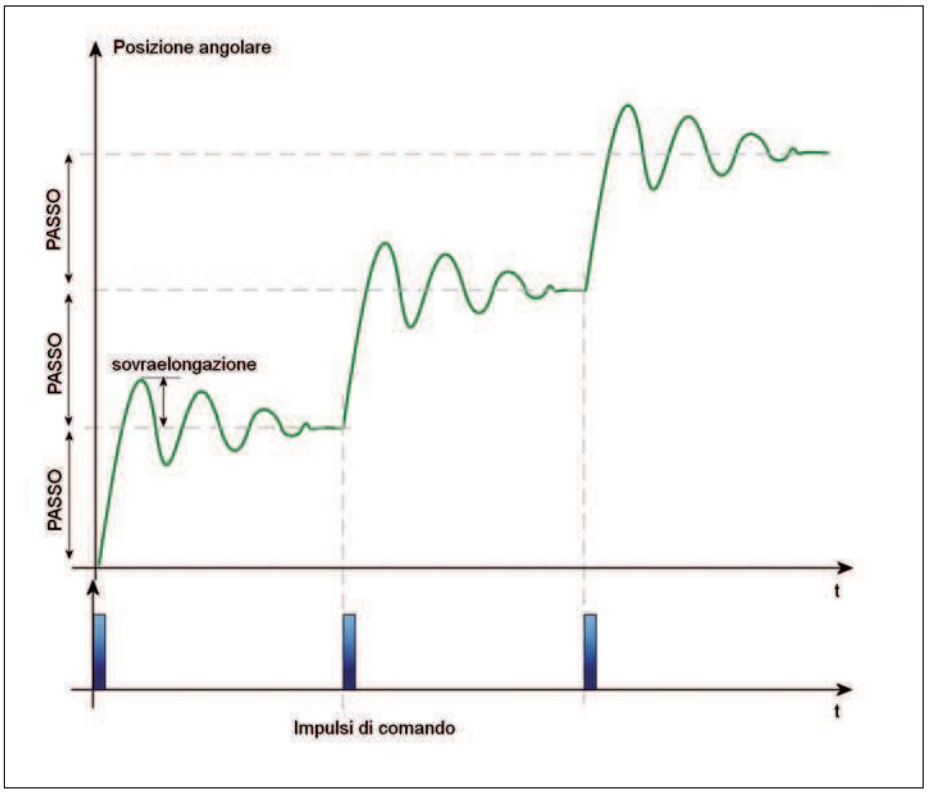


Figura 10: risposta nel tempo della posizione angolare del rotore in presenza di una successione di impulsi.

l'angolo di equilibrio che si discosta da quello nullo che coincide con la posizione di equilibrio a vuoto. Evidentemente tale scostamento è tanto minore quanto maggiore è la coppia massima C_M (coppia massima) che si manifesta all'inizio dello spostamento angolare di passo. Nel proseguo dell'esposizione gli schemi e gli esempi che mostreremo consentiranno di comprendere con maggiore efficacia quanto detto.

TIPI DI MOTORI PASSO-PASSO

I motori passo-passo possono essere classificati in tre tipologie: motori passo-passo a riluttanza variabile, anche detti VR Motors, i motori passo-passo a magnete permanente (PM Motors) e quelli a passo ibridi (HY motors). Il principio di funzionamento, come avremo modo di comprendere nei successivi paragrafi, non è molto dissimile da uno all'altro, tuttavia vi sono delle differenze di natura costruttiva che implicano una serie di conseguenze di tipo funzionale e prestazionale. E' quindi più che mai opportuno illustrare, per ciascuno di essi, almeno nelle linee generali, le specifiche caratteristiche costruttive, in modo da comprendere adeguatamente le conseguenze applicative che ne scaturiscono.

IL MOTORE PASSO-PASSO A RILUTTANZA VARIABILE (VR Motor)

La coppia sviluppata dal motore è detta di riluttanza in quanto si manifesta all'estremità dei poli rotorici fino a quando la posizione assunta dal rotore non è tale da rendere minima la riluttanza del circuito magnetico rappresentato dal rotore e dallo statore. Lo schema di **figura 3** evidenzia questo aspetto. Se l'angolo a è diverso da zero sul rotore agisce una coppia motrice Cm che tende, se la coppia resistente lo consente, ad annullare l'angolo a e quindi evidentemente a minimizzare la riluttanza del circuito magnetico da cui il nome di "motore a riluttanza variabile". Fisicamente questo significa anche massimizzare l'energia magnetica immagazzinata nel circuito magnetico visto che tale condizione corrisponde a quella in cui il campo magnetico massimizza il suo flusso.

Lo schema riportato può essere generalizzato, ovviamente, al caso di motori a più fasi. Il fenomeno e quindi il principio di funzionamento può anche essere descritto in maniera più semplice ed intuitiva dicendo che i poli statorici N-S generano, a causa dell'induzione elettromagnetica, poli rotorici di segno opposto e quindi delle forze di attrazione le cui componenti tangenziali determinano la coppia motrice. Poiché le polarità rotoriche sono sostanzialmente indotte dallo statore (il rotore non presenta magnetizzazione permanente) è facile comprendere che l'andamento della coppia motrice in funzione della posizione angolare non può che presentare l'andamento di **figura 4**.

In **figura 5** è riportata una schematizzazione di un motore passo-passo a riluttanza un po' più elaborato di quello precedentemente mostrato e che aiuta a comprendere quanto precedentemente detto. Ciascuno degli avvolgimenti rotorici rappresenta una fase per cui si hanno 3 fasi statoriche cui corrispondono sei poli statorici mentre i poli rotorici sono in numero di quattro. Occorre riflettere, osservando la figura, sul fatto che il passo dei poli statorici sia diverso dal passo dei poli rotorici è ciò che consente al motore di avviarsi e funzionare.

In **figura 5** è anche mostrata una successione di passi di funzionamento del motore. La prima configurazione riguarda quella corrispondente all'eccitazione della prima fase statorica; partendo da questa situazione, se si eccita la seconda fase statorica è facile comprendere che le forze magnetiche che nascono per induzione sul rotore sono tali da far ruotare quest'ultimo in senso orario di 30°. Questa condizione corrisponde alla nuova condizione di minima riluttanza.

Analogamente, se adesso si eccita la terza fase il rotore ruoterà ancora dello stesso angolo in senso orario e così la successione ricomincia. In realtà il motore potrebbe essere pilotato anche attraverso l'eccitazione simultanea di due fasi alla volta. Infatti il secondo stato (eccitazione fase 2) potrebbe anche essere raggiunto partendo dal primo anche pilotando fase 1 e 3 simultaneamente in maniera tale che entrambi i poli in alto a destra siano Nord e quelli simmetrici entrambi Sud. Il funzionamento del motore può essere riassunto in maniera molto

con il patrocinio di Ministero dello Sviluppo Economico

Expo Elettronica

FAENZA FIERE Viale Risorgimento, 1

6 / 7 marzo 2010

ore 9/18

Elettronica per tutto
Elettronica per tutti!

RADIO EXPO'

Solo Sabato 6 marzo

MERCATINO delle RADIOCOMUNICAZIONI

organizzazione
BLU Nautilus tel. 0541 439573

WWW.EXPOELETTRONICA.IT

VALE COME RIDOTTO

fotografa questo codice e scarica
il ticket ridotto direttamente
sul tuo smartphone

SNAP IT

CODICE MIP 2778665

Rif. Fare Elettronica

semplice dicendo che esso passa ad ogni step in una nuova posizione di equilibrio determinata dalla particolare configurazione di eccitazione delle fasi. In altre parole il rotore in ogni istante tende ad allinearsi con il campo magnetico generato dal corrispondente avvolgimento statorico (o con quello di due avvolgimenti nel caso in cui impieghiamo una eccitazione di due avvolgimenti per volta). Ovviamente, come in tutti i motori elettrici il traferro tra rotore e statore è molto piccolo (decimi di millimetro) ed il materiale di cui lo statore ed il rotore sono fatti è ad alta permeabilità magnetica (tipicamente ferro-silicio).
Indicando con m il numero delle fasi statoriche (generalmente pari a tre o quattro nella maggior parte dei motori passo-passo di questo tipo), che nell'esempio risulta pari a tre, e con Nd il numero di denti rotorici, che nell'esempio risulta pari a 4 e con a l'angolo di passo, l'angolo coperto con una sequenza completa di passi, pari al numero delle fasi, è pari a quello che intercorre tra due fasi rotoriche quindi 360°/Nd. Quest'angolo è anche uguale al passo angolare per il numero di passi fatti cioè ($m*\alpha$) quindi:

$$m\alpha=360/N_D \Longrightarrow \alpha=360/(mN_D)$$

L'esempio mostrato in **figura 5** presenta un ridotto numero di denti rotorici; in realtà ciò che è contenuto generalmente è il numero di fasi statoriche mentre i denti rotorici sono più numerosi. Se per esempio si hanno quattro fasi e 50 denti rotorici la precedente relazione porta ad ottenere un passo angolare pari ad 1,8°. Infatti, il fatto che si abbia un elevato numero di denti rotorici comporta la necessità di avere un numero elevato di denti statorici ma non di fasi.
Costruttivamente un motore di questo tipo può anche essere realizzato con una struttura differente in cui esso sia suddiviso in più stack cioè in più coppie rotore-statore calettati sullo stesso asse. Ogni parte dello stack corrisponde ad una fase. I tre statori sono perfettamente allineati tra loro a differenza dei rotori i quali sono sfasati angolarmente di una quantità pari ad 1/m volte l'angolo di passo. Se in un settore i denti rotorici sono allineati, sicuramente vi è un altro settore in cui non lo sono per cui eccitando quest'ultimo si genera la rotazione di un passo del rotore. Il motore a riluttanza variabile è abbastanza robusto **(figura 6)** e non difficile da realizzare, tuttavia presenta rumorosità e coppia notevolmente pulsante per cui non è in realtà molto usato nella pratica tecnica. E' facile comprendere come in un motore di questo tipo sia importante la sequenza di pilotaggio degli avvolgimenti statorici ma non la polarità ed il senso di circolazione della corrente in quanto il magnete di rotore non è permanente ma indotto dal campo magnetico statorico, tanto che ciò che determina la rotazione è la sostanziale anisotropia del traferro visto lungo lo sviluppo angolare (si osservino attentamente le precedenti figure).
Come si osserva in **figura 6** il rotore presenta l'attesa forma cilindrica, è costituito sostanzialmente di ferro dolce e presenta un certo numero di denti che si sviluppano longitudinalmente lungo la superficie laterale. Con tre avvolgimenti ed un rotore a quattro denti, come esemplificato in **figura 4**, è possibile eseguire passi ciascuno di 30°. Appare evidente ed immediato che se si desidera diminuire l'angolo di passo è sufficiente raddoppiare il numero di denti rotorici senza alcuna necessità di aumentare il numero degli avvolgimenti statorici. Con 8 denti rotorici e gli stessi tre avvolgimenti statorici sarà pertanto possibile ottenere un motore passo-passo a riluttanza variabile con passo angolare pari a 15° (360/(mNd=360/(3*8)=15)).
In generale più ridotto deve essere l'angolo di passo e maggiore deve essere il numero di denti rotorici. Facciamo osservare che la sequenza dei passi può raggiungere facilmente in questi motori valori anche di 1000-1500 passi al secondo.
In ogni caso essi sono caratterizzati da uno statore dentato che supporta gli avvolgimenti ed un rotore dentato che non presenta caratteristiche di magnete permanente. E' importante sottolineare comunque che in questo tipo di motore il numero dei denti rotorici è differente dal numero di fasi statoriche e questo fa sì che quando un dente e una fase sono allineati, i due adiacenti non lo siano. Questi motori, realizzati in ferro-silicio laminato, permettono di ottenere coppie elevate, azionamenti ad elevata velocità ed un elevato numero di passi.

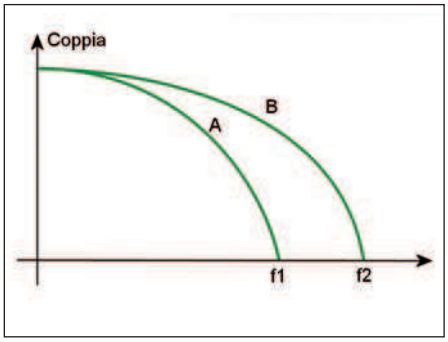


Figura 11: caratteristica dinamica ideale di un motore passo-passo (A-Coppia sincronizzante; B-Coppia sincrona).

MOTORI PASSO-PASSSO A MAGNETI PERMANENTI (PM Motors)

Si tratta di motori passo-passo il cui rotore è dotato di magneti permanenti generalmente privi di anisotropie di natura geometrica. Infatti, il rotore appare perfettamente cilindrico e con magnetizzazione radiale. In **figura 7** è riportata una schematizzazione di questo tipo di motore passo-passo. La figura fa riferimento ad un motore con quattro fasi statoriche ed altrettanti poli statorici ed un rotore bipolare a magnete permanente. Eccitando la fase relativa ad un determinato polo statorico questo assume una polarità magnetica ben precisa attirando il polo ro-

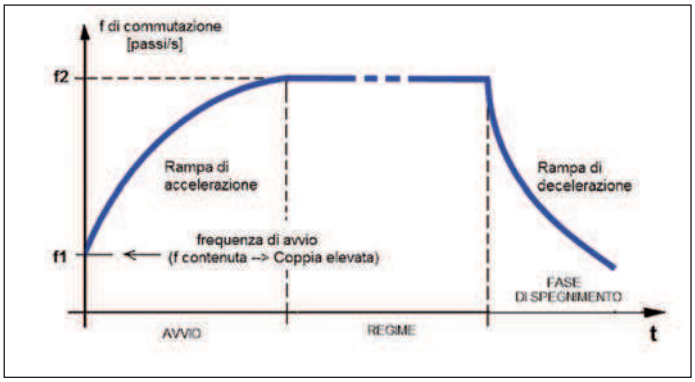


Figura 12: accelerazione all'avvio e decelerazione all'arresto di un motore passo-passo mediante il controllo della frequenza degli impulsi di comando.

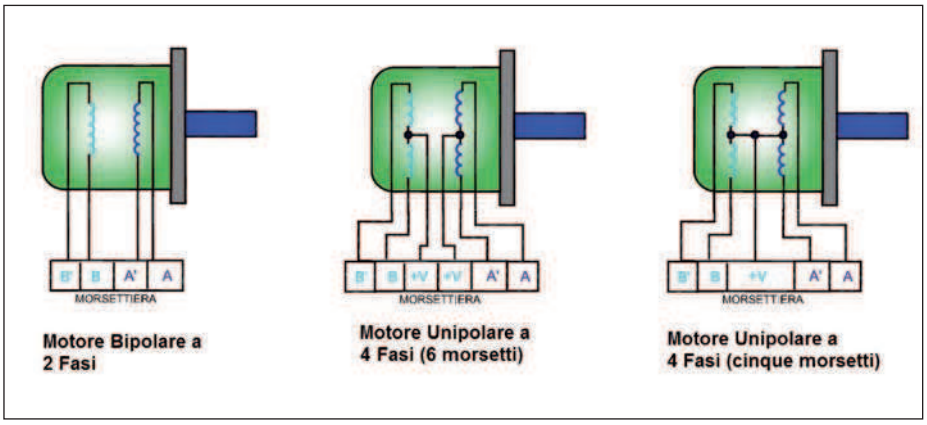


Figura 13: dai motori passo-passo bipolari fuoriescono solamente 4 fili, da quelli unipolari fuoriescono invece 6 fili se ciascuna coppia di avvolgimenti presenta un punto in comune detto "presa centrale" oppure 5 fili se le due prese centrali vengono fatte coincidere in una sola.

torico permanete di segno opposto e respingendo quello dello stesso segno. Questo effetto è all'origine della coppia e del movimento angolare di passo. Nella stessa **figura 7** è indicata una sequenza di passi del motore. E' facile verificare che la relazione

$$m\alpha=360/N_D \Longrightarrow \alpha=360/(mN_D)$$

risulta ancora valida a patto di considerare in corrispondenza di una coppia di poli rotorici Nd=1. La schematizzazione di **figura 7** è una esemplificazione didattica; in realtà il rotore presenta un ceto numero di poli. In **figura 8** è riportato il caso di 12 coppie polari (Nd=12) cui corrisponde per la relazione precedentemente esposta (e nel caso per esempio il motore sia a quattro fasi) un angolo di passo pari a 7,5°.
In ogni caso, anche se adesso il magnete non è indotto, come nel motore a riluttanza, bensì permanente il concetto fondamentale che è alla base della generazione della coppia motrice è quello che il magnete di rotore tende ad ogni passo ad allinearsi con il campo magnetico generato dagli avvolgimenti statorici.
Il motore passo-passo a magneti permanenti presenta alcuni vantaggi importanti rispetto a quello a riluttanza. Il vantaggio principale è costituito dal fatto che una volta raggiunta una posizione angolare di equilibrio, corrispondente all'eccitazione di una certa fase, anche annullando l'eccitazione stessa rimane sempre presente una interazione magnetica dovuta ai magneti permanenti per cui il rotore rimane saldamente bloccato (coppia di bloccaggio). Questo vantaggio non si ha nei motori a riluttanza dove non vi sono effetti magnetici permanenti. A questo vantaggio si aggiunge quello di essere facilmente realizzabile e quindi molto economico. E' facile comprendere come, diversamente da quanto accade in un motore a riluttanza variabile, in quello a magnete permanente oltre alla sequenza di pilotaggio degli avvolgimenti statorici è importante la polarità ed il senso di circolazione della corrente in quanto il magnete di rotore è permanente e non indotto dal campo magnetico statorico per cui presenta una polarità propria precostituita.
In ogni caso essi sono caratterizzati da uno statore dentato che supporta gli avvolgimenti ed un rotore che presenta caratteristiche di magnete permanente.

MOTORI PASSO-PASSO IBRIDI (HY motors)

I motori passo-passo ibridi sono così detti perché presentano sia caratteristiche proprie di quelli a riluttanza che caratteristiche proprie di quelli a magnete permanente. Essi sfruttano, pertanto, sia l'effetto della riluttanza variabile che quello dei magneti permanenti. Costruttivamente risultano, ovviamente, più complessi e come accade per i motori a riluttanza variabile possono avere composizione multi-stack, composizione che ne consente un adeguato aumento di coppia. Evitiamo di analizzarne nel dettaglio la struttura, cosa che porterebbe via eccessivo spazio e che non aggiungerebbe molto di nuovo ai principi di funzionamento fin qui visti. In ogni caso sottolineamo come il motore passo-passo ibrido permetta di ottenere coppie e velocità più elevate rispetto agli altri due tipi di motori e di mantenere un'efficiente frenatura che porta ad un rapido arresto del motore stesso appena viene a cessare l'eccitazione o l'alimentazione. Quest'ultima è una caratteristica molto gradita in molte applicazioni, specie nel campo degli azionamenti elettrici.

IL COMPORTAMENTO STATICO DEI MOTORI PASSO-PASSO

Il funzionamento del motore passo-passo, a prescindere dalla particolare tipologia, si basa sul passaggio da uno stato di equilibrio, legato al fatto che il rotore è in una certa posizione, ad uno stato di squilibrio di coppia generato da un opportuno pilotaggio delle fasi e dal conseguente spostamento in una nuova posizione angolare. La rotazione del rotore continua seguendo questo principio mediante la solita eccitazione delle fasi statoriche. Se si considera eccitata una sola fase statorica del motore e si considera il funzionamento a vuoto, il rotore tende a portarsi nella posizione di equilibrio caratterizzata da copia nulla. La posizione di equilibrio raggiunta dal rotore è una posizione di equilibrio stabile; infatti se si tenta di spostare angolarmente di un piccolo angolo il rotore questo tende a tornare nuovamente nella posizione di equilibrio come l'andamento della coppia statica (**figura 9** in basso) lascia intendere chiaramente. Ovviamente, questo è vero se si sta parlando di un motore passo-passo a magnete permanente o ibrido mentre per quello a riluttanza variabile la cosa è vera solo fino a che le fasi sono opportunamente alimentate. Ovviamente, quando si eccita una fase successiva del motore la coppia statica non è più quella di figura 9 in basso ma appare traslata rispetto ad essa nel verso della rotazione lungo la crescita degli angoli, il che significa che si è spostato nella direzione di rotazione il punto di equilibrio. Appare anche evidente che nel funzionamento a carico il motore vede in realtà sempre una certa coppia resistente, motivo per cui il punto di equilibrio sarà generalmente vicino a quello di equilibrio statico ma non esat-

tamente coincidente con esso **(figura 9)**. Va osservato che l'andamento sinusoidale della coppia è in realtà una approssimazione, sebbene una buona approssimazione; infatti all'interno di un motore passo-passo, ibrido per esempio, abbiamo l'affetto non solo della coppia dovuta all'eccitazione ma anche quella dovuta alla riluttanza variabile. Appare chiaro in ogni caso che tanto in un motore passo-passo a riluttanza variabile quanto in uno a magneti permanenti o ibrido è possibile facilmente invertire il senso di rotazione pilotando opportunamente l'eccitazione degli avvolgimenti statorici. Supponendo una sequenza costante di impulsi di eccitazione degli avvolgimenti statorici del motore, inviati con frequenza f, questi determineranno una sequenza di step angolari di avanzamento del rotore che si susseguiranno con lo stessa frequenza. Appare chiaro allora come sia possibile controllare e regolare la velocità di rotazione: è sufficiente controllare opportunamente la frequenza degli impulsi di eccitazione. Questo è vero entro certi limiti esposti nel paragrafo che segue all'interno del quale si evidenziano alcuni aspetti tipicamente dinamici del motore passo-passo. Il campo magnetico generato dagli avvolgimenti statorici, complessivamente viene ad essere un campo magnetico rotante ma a differenza di quanto accade in altri motori elettrici la rotazione di questo campo avviene per salti discreti in numero pari al numero dei passi; si tratta cioè di un campo magnetico rotante in modo discontinuo. In base a quanto detto nei precedenti paragrafi è possibile anche riassumere il funzionamento del motore dicendo che il campo magnetico rotorico, che sia questo generato da un magnete indotto come accade nei motori a riluttanza variabile o che sia dovuto ad un magnete permanente come accade nel motore a magnete permanente o ibrido tende ad allinearsi come direzione a quello statorico per cui in qualche modo è come se lo inseguisse da cui la coppia motrice e la rotazione.

TABELLA 1

CARATTERISTICHE	VANTAGGI	SVANTAGGI
Assenza di spazzole	**Scarsa usura nel tempo da cui elevata affidabilità e durata di vita**	
Funzionamento ad anello aperto	**Semplicità di impiego, riduzione dei costi non è necessario utilizzare sensori di posizione o di velocità**	
Disponibilità di numerosi passi angolari	**Elevata precisione di posizionamento e possibilità di ottimizzare le caratteristiche risoluzione-velocità e di coppia**	
Pilotaggio digitale	**Facilità di interfacciamento a sistemi di controllo a microcontrollore, a processore o basati su PLC e PC**	
Struttura semplice	**Costo contenuto da cui economicamente vantaggioso**	
La velocità di rotazione può essere molto bassa se necessario	**Minore necessità di impiegare riduttori meccanici nelle applicazioni**	
Necessità di circuiti di pilotaggio digitali		**Non possono essere impiegati senza tali circuiti. La potenza meccanica a parità di assorbimento in corrente, dipende spesso dal tipo di pilotaggio elettronico adottato, il quale diventa quindi un elemento determinante per le prestazioni.**
Presentano un funzionamento a scatti	**Ottimi per l'impiego in azionamenti incrementali anche di precisione**	**Producono vibrazioni, soprattutto ai bassi regimi se si adottano le tecniche di pilotaggio più semplici.**
Caratteristica di coppia		**La caratteristica di coppia decresce quasi esponenzialmente al crescere della velocità.**

Alcune caratteristiche tipiche dei motori passo-passo e le implicazioni in termini di vantaggi e svantaggi in campo applicativo.

IL COMPORTAMENTO DINAMICO DEI MOTORI PASSO-PASSO

Va osservato che quando in un motore passo-passo si ha lo spostamento di un passo, il rotore alla fine della singola commutazione non si ferma esattamente nella posizione di equilibrio stabile immediatamente, ma piuttosto subisce una oscillazione intorno al punto di equilibrio stabile che può presentare una sovraelongazione più o meno accentuata **(figura 10)**. La cosa si ripete, ovviamente, alla fine di ciascun passo. Se la frequenza delle commutazioni che determina la velocità con cui i passi si susseguono è abbastanza contenuta il motore ha tutto il tempo di adeguarsi all'eccitazione che si è avuta e di rispondere con uno spostamento angolare del rotore. In ogni caso il comportamento dinamico mette in evidenza la tendenza che il motore ha ad oscillare intorno alle singole posizione di equilibrio appena dopo che la commutazione è avvenuta.

La progettazione del motore si complica allora per il fatto che è necessario tenere conto delle sue caratteristiche di smorzamento. Questo aspetto, ovviamente, ha importanza anche sulla rapidità con cui i comandi di commutazione possono susseguirsi nel senso che si rischia di intervenire con il nuovo impulso di commutazione quando la sovraelongazione, avutasi in seguito alla precedente commutazione, ancora non si è smorzata. Questo è sufficiente a comprendere come, se ad una prima analisi sommaria potrebbe sembrare semplice ottenere anche successioni veloci di commutazione, che facciano apparire la rotazione del rotore regolare ed altrettanto veloce, nella realtà progettuale la questione è più complessa ed evidenzia la necessità che il motore presenti uno smorzamento dinamico efficace in corrispondenza di ciascuna posizione di equilibrio stabile. Saremmo costretti ad entrare in dettagli eccessivamente specifici se volessimo approfondire questo aspetto, tuttavia è possibile affermare che per ottenere uno smorzamento più efficiente vengono impiegati sistemi sia meccanici che effetti magnetici e/o basati su correnti parassite oltre che sistemi di controllo elettronici che invertendo la corrente nella fase eccitata, in un istante preciso, tendono a indurre uno smorzamento delle sovraelongazioni meccaniche più rapido e quindi un comportamento più efficiente e sicuro. La conseguenza è che è possibile aumentare la frequenza con cui gli impulsi di comando si susseguono e quindi la velocità di rotazione del motore.

Va tenuto presente che ad un motore passo-passo, a dispetto della sua relativa semplicità costruttiva e di funzionamento, almeno a livello di principio, è richiesto un comportamento dinamico piuttosto impegnativo in quanto caratterizzato da rapidissime accelerazioni e decelerazioni, ottenute in risposta alla commutazione delle fasi, per non parlare delle situazioni in cui la commutazione debba generare una rapida inversione di marcia per bloccare o frenare il carico meccanico, come accade in determinate applicazioni. Le condizioni dinamiche in cui il motore è impiegato devono essere tali da non generare situazioni in cui lo stesso, come si usa dire, perda il passo. In generale il problema è poco sentito per commutazioni a bassa frequenza mentre diventa di maggiore importanza a frequenza di commutazione elevata. In queste condizioni può verificarsi che il motore perda il passo durante la commutazione. In particolare può accadere che il motore perda il passo già alla partenza oppure allo stop.

Già nel funzionamento al vuoto è possibile definire un valore di frequenza di commutazione oltre il quale il motore perde il passo all'avvio oppure allo stop ed un valore di frequenza di commutazione alla quale il motore perde il passo durante la rotazione. Si sottolinea che l'ordine di grandezza di queste frequenze può raggiungere il valore delle migliaia di Hz. Per motivi che non approfondiamo in questa sede, inoltre, è importante sottolineare che anche la coppia sviluppata dal motore è in realtà dipendente dalla frequenza di commutazione e tipicamente diminuisce all'aumentare di quest'ultima. In **figura 11** sono riportate due caratteristiche di coppia in funzione della frequenza di commutazione.

La curva A rappresenta la coppia massima con cui il motore può essere caricato senza che esso perda alla fissata frequenza f di commutazione qualche passo alla partenza. Tale coppia è detta coppia sincronizzante e come si può osservare dal grafico tende a diminuire all'aumentare della frequenza di commutazione. E' intuitivo aspettarsi che un motore alla presenza di una fissata coppia frenante perda più facilmente il passo all'avvio quando deve vincere anche la coppia di inerzia piuttosto che a regime. Infatti la curva B rappresenta la massima coppia che applicata al motore non gli fa perdere il passo quando esso sta già ruotando alla velocità corrispondente alla fissata frequenza di passo.

Tale curva è detta coppia sincrona. Ovviamente in entrambe le curve i punti a valore nullo di coppia sono quelli a vuoto, pertanto f1 ed f2 sono rispettivamente la massima frequenza alla quale il motore può avviarsi e arrestarsi senza perdere il passo e la frequenza alla quale il motore già in rotazione alla stessa frequenza di passo può continuare a funzionare senza perdere il passo a vuoto. L'inerzia meccanica del sistema e del carico e le variazioni nel tempo della coppia resistente sono inoltre tutti aspetti che influiscono sul comportamento del motore o più precisamente sul comportamento dinamico del sistema motore-carico meccanico. Una tecnica che può essere impiegata per portare il motore alla velocità di commutazione desiderata è quella di controllare gli impulsi di commutazione evitando di partire dalla frequenza di lavoro ma raggiungendo questa gradualmente. In altre parole, invece di far raggiungere al motore la velocità desiderata entro la durata del primo impulso lo si accelera gradualmente sotto l'azione di impulsi che si susseguono a velocità crescente e la cui durata va pertanto diminuendo. Questo consente, tra le altre cose, al motore di adeguarsi alla coppia resistente più facilmente sviluppando la coppia massima quando l'effetto di inerzia del carico è massimo.

La stessa tecnica può essere impiagata per arrestare il motore. Anche in questo caso il motore si adegua con più facilità alle condizioni dinamiche che deve affrontare. In **figura 12** è riportato un possibile andamento della frequenza di commutazione nel tempo che è possibile impiagare. La frequenza f1 è quella del treno di impulsi all'avvio (che può essere

dell'ordine di poche centinaia di Hz, tale cioè da permettere un avvio sicuro caratterizzato da una maggiore coppia motrice necessaria a vincere la coppia di inerzia).
La frequenza f2 è invece la frequenza di commutazione a regime quando si ha bisogno di minore coppia motrice per mantenere in rotazione il carico meccanico. Segue la diminuzione parabolica della frequenza degli impulsi di commutazione che precedono l'arresto del motore. Per concludere le considerazioni sul comportamento dinamico del motore passo-passo è opportuno definire con più precisione alcune sue grandezze caratteristiche di tipo meccanico e in particolare:

- *la coppia di sincronizzazione (pull-in torque)*: coppia massima che il motore riesce a vincere ad una certa frequenza di commutazione senza perdere il passo in qualunque condizione di funzionamento cioè sia all'avvio che durante il funzionamento che all'arresto;
- *coppia sincrona (pull-out torque)*: coppia massima che può essere applicata al motore durante il funzionamento in regime permanente ad una data frequenza di commutazione senza che esso perda il passo;
- *massima coppia di partenza (maximum starting torque)*: massima coppia con la quale il motore può partire sincronizzandosi con il treno di impulsi ad una frequenza contenuta tipicamente da poche decine di Hz al centinaio di Hz; corrisponde alla coppia intercettata in **figura 11** per f=0;
- *velocità di rotazione (stepping rate)*: velocità espressa in Hz indicante il numero di passi eseguiti in un secondo;
- *velocità sincronizzanti (start-stop)*: range di velocità di commutazione entro la quale, in determinate condizioni di carico, il motore è in grado di fermarsi, ripartire e mantenere la velocità senza perdere passi;
- *velocità sincrone (slew-rate)*: range di velocità di commutazione entro il quale, in determinate condizioni di carico, il motore è in grado di mantenere la velocità senza perdere il passo, sebbene non sia in grado di partire e fermarsi senza perdere il passo sotto l'azione degli stessi impulsi di frequenza costante;
- *massima frequenza di rotazione (maximum pull-out rate)*: massima frequenza di commutazione alla quale il motore può funzionare a vuoto senza perdere il passo;
- *massima velocità di sincronizzazione (maximum pull-in rate)*: massima frequenza di commutazione alla quale il motore a vuoto è in grado di non perdere il passo sia alla partenza che a regime, che all'arresto.

COPPIA E FREQUENZA

Un motore passo-passo, per come è costruito, ha un ben determinata curva coppia/frequenza. La coppia è in linea di massima inversamente proporzionale alla frequenza per cui più il motore gira veloce minore è la coppia che è possibile ottenere sull'albero di rotazione. Di questo aspetto è possibile rendersi conto in maniera molto semplice. Se si prende un motore passo-passo di piccolissima potenza con il relativo circuito di controllo e lo si pilota con una frequenza di fase prima piccola e poi via via crescente e si prova contemporaneamente a fermare la rotazione dell'albero con una mano si osserva che all'aumentare della velocità diventa sempre più facile bloccare l'albero motore il che conferma il fatto che la sua coppia motrice sta diminuendo. In realtà quello che accade anche se non blocchiamo del tutto l'albero del motore è che esso ad un certo punto perde il passo. Va osservato anche un altro aspetto: se facciamo ruotare l'albero lentamente, essendo la coppia sviluppata maggiore noteremo che esso esegue gli spostamenti angolari praticamente senza scostamento angolare dalle posizioni nominali di equilibrio. Aumentando la velocità diminuisce la coppia per cui l'errore nella posizione di equilibrio finale comincerà a non essere più nulla. Al limite, quando comincia a presentarsi il problema della perdita del passo arriveremo sicuramente ad un punto in cui l'albero non riesce a stare al passo ed inizia ad oscillare senza compiere più passi completi e ruotando solo di pochi gradi. Impiegando un motore di piccola potenza è possibile effettuare qualche altro piccolo esperimento che può aiutarci a evidenziare il comportamento coppia-frequenza. Per esempio, se a motore fermo pilotiamo il motore ad una certa frequenza e rifacciamo la stessa prova aumentando ogni volta il valore di frequenza noteremo che ad un certo punto il motore perderà il passo in partenza cioè l'albero oscillerà subito intorno al proprio asse (anche se sta funzionando a vuoto cioè senza carico meccanico).

CAMPI DI APPLICAZIONE

Sebbene il motore posso-passo fosse stato progettato e realizzato già negli anni '30, solo negli ultimissimi decenni si è diffuso ampiamente in campo applicativo. Questo è accaduto grazie al fatto che solo negli ultimi decenni l'elettronica di potenza si è sviluppata sufficientemente fino a divenire una tecnologia matura a tal punto da permettere il controllo di questo tipo di motori in molte applicazioni, soprattutto nel campo degli azionamenti elettrici (azionamenti incrementali).
Durante l'esposizione abbiamo visto che esistono tre tipi di motori passo-passo, tuttavia occorre sottolineare che da un punto di vista applicativo quello più diffuso è quello con rotore a magnete permanente. Abbiamo visto come il suo impiego necessiti di opportuni circuiti di pilotaggio che distribuiscano correttamente l'alimentazione in corrente continua in forma sequenziale a tutti gli avvolgimenti dello statore, in maniera tale che in ogni istante ne sia eccitato (generalmente) uno solo. A voler essere più precisi quando si dice che il motore è alimentato in corrente continua si intende effettivamente che la sorgente di tensione è continua, tuttavia attraverso il sistema di controllo questa tensione viene trasformata in impulsi di tensione e di corrente poiché solo così facendo il motore può effettivamente funzionare. Poiché la tensione di alimentazione più diffusa, in campo non solo civile ma anche industriale, è quella alternata appare anche chiaro come l'impiego di questi motori necessiti di gruppi raddrizzatori che consentano di ottenere la corrente continua da quella alternata. Questo aspetto rafforza ancora una volta le motivazioni che hanno portato questo tipo di motori a diffondersi nelle applicazioni solo dopo la sufficiente maturazione dell'elettronica di potenza.
Per essere più precisi, il ruolo svolto da questi motori nell'ambito degli azionamenti elettrici è il più delle volte quello da

attuatore incrementale, generalmente di piccola potenza ed il fatto di essere, come si è visto nel precedente paragrafo, facilmente controllabile elettronicamente lo rende particolarmente versatile e quindi apprezzato in questo ambito. Spesso in queste applicazioni si chiede, in certi frangenti, al motore di mantenere il rotore in maniera naturale stabilmente nella posizione di equilibrio in modo da bloccare il carico meccanico. Il motore passo-passo è l'unico in grado di assicurare questa possibilità. Il pregio maggiore di questi motori risiede infatti nella capacità di ruotare l'asse e fermarlo, eventualmente, bloccandolo in posizioni prefissate con estrema precisione. Questa condizione è praticamente impossibile da attuare con qualunque altro motore elettrico. Infatti, con gli altri motori elettrici togliere alimentazione al motore quando il suo asse è in una determinata posizione non consente di fermare lo stesso in quella posizione a causa dell'inerzia che continua a far ruotare ancora lo stesso asse. La possibilità di bloccare l'asse di rotazione in una determinata posizione è tuttavia una caratteristica propria dei soli motori passo-passo a magnete permanente ed ibridi ma non di quelli a riluttanza variabile. Questo è un ulteriore motivo che spiega la maggiore diffusione dei primi due tipi rispetto al terzo nell'ambito degli azionamenti elettrici. La possibilità di pilotare movimenti angolari estremamente rapidi ed arresti altrettanto rapidi è un'altra importante caratteristica che rende questi motori fondamentali ed unici nel loro genere. In ogni caso ci sono delle applicazioni in cui può essere conveniente impiegare motori a riluttanza variabile, tipicamente quando si vuole realizzare un motore economico che sia tuttavia caratterizzato dal fornire spostamenti angolari moto ridotti senza la necessità di aumentare il numero degli avvolgimenti statorici. Normalmente i motori passo-passo consentono un posizionamento angolare molto affidabile e questo spiega l'impiego prevalentemente in catena aperta. Nonostante ciò è anche possibile un controllo a catena chiusa cioè in retroazione. L'impiego più comune del motore passo-passo è quello come attuatore incrementale in quelle applicazioni in cui non si richiedono grosse potenze ed il carico è caratterizzato, possibilmente, da una coppia resistente non molto variabile, non molto grande e con un momento di inerzia abbastanza contenuto; tanto per intenderci non è un motore da impiegare per il trascinamento di grosse macchine operatrici. Essi permettono di realizzare degli efficienti sistemi di posizionamento sicuri ed affidabili evitando in molti casi l'impiego di complessi servo-

meccanismi. Inoltre il loro impiego, come già accennato, consente di evitare complicazioni realizzative di sistemi in cui si necessita di funzioni di bloccaggio. Il motore in se presenta elevata robustezza ed affidabilità, tuttavia tali caratteristiche sono influenzate in maniera consistente dall'elettronica di controllo. Attraverso l'elettronica è possibile controllare i movimenti di passo che possono raggiungere la velocità di migliaia di passi al secondo. Le potenze possono andare da poche decine di watt e pochi kilowatt. Infatti vi sono molti tipi di motori passo-passo che come si è visto si differenziano per tipologia sia costruttiva che di funzionamento, ma anche per dimensioni e potenza. Generalmente si impiegano motori passo-passo ibridi e quando si vuol favorire l'aspetto economico motori passo-passo a magnete permanente che a causa della loro maggiore semplicità costruttiva risultano meno costosi mentre sono meno diffusi quelli a riluttanza variabile. Questi motori sono anche impiegati in molte macchine automatiche o in alcune macchine utensili, nelle macchine robotizzate, nel comando di valvole ed in tutti gli azionamenti incrementali di precisione ma anche in applicazioni consumer a noi molto famigliari come nei plotter, stampanti e fotocopiatrici in cui controllano il movimento del carrello o in periferiche di computer come i disk-drive. Il loro impiego è inoltre una scelta ideale per tutte quelle applicazioni che richiedono precisione nello spostamento angolare e nella velocità di rotazione, quali la robotica, le montature dei telescopi ed i servomeccanismi e le macchine a controllo numerico in genere.

VANTAGGI E SVANTAGGI LEGATI ALL'IMPIEGO DEI MOTORE PASSO-PASSO

E' possibile riassumere sinteticamente alcuni aspetti caratteristici dei motori passo-passo ed i vantaggi e gli svantaggi che ne scaturiscono. A tale proposito si riporta la **tabella 1** alla cui analisi si rimanda. Tra gli aspetti vantaggiosi riassunti in **tabella 1** che caratterizzano un motore passo-passo quello principale è costituito dalla caratteristica della macchina di poter essere impiegato a efficientemente ad anello aperto, in quanto nelle normali condizioni d'impiego ad un numero N d'impulsi corrisponde esattamente un numero N di passi. La grande affidabilità di risposta e precisione nel posizionamento angolare rende infatti per questo tipo di motore spesso inutile l'impiego in retroazione.

COME RICONOSCERE UN MOTORE PASSO-PASSO UNIPOLARE DA UNO BIPOLARE

E' possibile riconoscere indirettamente un motore passo-passo bipolare da uno unipolare semplicemente osservandone i fili terminali o la sua morsettiera. Infatti, se consideriamo la struttura semplificata di un motore passo-passo così come mostrata nella seguente **figura 13** si comprende che se esso presenta due soli avvolgimenti indipendenti (raffigurazione a sinistra) ciascuno dei quali è costituito da due parti che si sviluppano una su un polo magnetico e l'altra sul polo magnetico opposto, per farlo funzionare è necessario pilotare questi avvolgimenti in modo bipolare.I morsetti che è necessario portare fuori dal motore sono allora quattro, due di un avvolgimento e due dell'altro avvolgimento. Evidentemente, se dal motore fuoriescono quattro morsetti si deduce che il motore è bipolare nel senso che il suo funzionamento necessita di alimentare ad un passo uno delle due fasi al passo successivo l'altra fase, a quello successivo ancora nuovamente la prima fase ma con polarità invertita e quindi nuovamente la seconda fase anch'essa con polarità invertita. A questo punto il ciclo riprende. In conclusione, gli avvolgimenti sono la metà rispetto alle configurazioni del campo magnetico statorico che è necessario ottenere in quanto essi possono essere pilotati con entrambe le polarità da cui il termine "bipolare". Se il motore è unipolare invece, gli avvolgimenti possono essere percorsi da corrente in una sola direzione e pertanto si possono avere le altre due situazioni schematizzate in **figura 13**. Nella prima di queste abbiamo quattro avvolgimenti ciascuno dei quali è alimentato con una sola e ben precisa polarità. Le configurazioni del campo magnetico statorico che si possono ottenere sono ancora quattro. Per ottenere ciò si sarebbe portati a pensare che si necessiti di 8 morsetti, due per ciascun avvolgimento, tuttavia per eccitare ciascuna dei quattro avvolgimenti in una specifica direzione è possibile impiegare una presa centrale per ciascuna coppia di avvolgimenti riducendo il numero complessivo dei morsetti necessari a sei (seconda schematizzazione di **figura 13**). A questo punto appare tuttavia ovvio come rendendo tra loro comuni le due prese centrali sia possibile ridurre ulteriormente il numero di morsetti a cinque (terza schematizzazione di **figura 13**). Per questo motivo se da un motore passo-passo vediamo fuoriuscire sei morsetti dobbiamo pensare che si tratti di un motore unipolare con ciascuna coppia di avvolgimenti provvista di presa centrale mentre se vediamo fuoriuscire cinque morsetti dobbiamo pensare che si tratti di un motore ancora unipolare ma con tutte le bobine aventi in comune un'unica presa centrale. I motori bipolari sono mediamente più diffusi di quelli unipolari in quanto a parità di potenza presentano dimensioni leggermente più contenute, inoltre possono essere pilotati interfacciando quattro soli morsetti dato che la maggior complessità del pilotaggio è comunque spostato a carico dell'elettronica di controllo, il che non costituisce in ogni caso una grande complicazione. Da quanto detto consegue anche che, volendo comprendere quale elettronica di controllo sia necessaria per pilotare il motore, la prima cosa da osservare è quanti fili escono dal motore in modo da dedurre se si tratti di un motore unipolare o bipolare.

CONCLUSIONI

In questa prima puntata dedicata ai motori passo-passo si sono illustrate le principali caratteristiche di queste macchine elettriche e si sono evidenziate oltre al principio di funzionamento, i vantaggi e gli svantaggi tecnici connessi al loro impiego. Tutto questo ci consente di avere un quadro abbastanza chiaro di cosa siano i motori passo-passo, di come funzionino e come si collochino nello scenario applicativo che ne consegue ma soprattutto ci consentirà di trattare, nella seconda parte che troverete sul successivi numero di Fare Elettronica, gli aspetti che riguardano più da vicino il loro pilotaggio e controllo elettronico. ❑

CODICE MIP 2772160

Expo Elettronica

MARINA DI CARRARA (MS)

rif. Fare Elettronica

CARRARA FIERE

20 - 21 FEBBRAIO 2010

ORARIO 9 - 18

HIGH TECH LOW COST

VALE COME RIDOTTO

mostra mercato

elettronica . informatica
materiali di consumo
dvd & games
telefonia . hobbistica

mercatino dell'usato

CODICE MIP 277866

Con il patrocinio del:

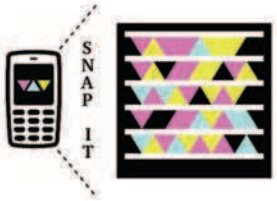
Ministero dello Sviluppo Economico

Organizzazione e informazioni:

BLU Nautilus

tel. +39 0541 439573
www.expoelettronica.it

fotografa questo codice e scarica il ticket ridotto direttamente sul tuo smartphone



CONTROLLO DI LUMINOSITA' *ambientale*

Riprende la serie di articoli dedicata all'esame di maturità, con il progetto di un sistema in grado si controllare automaticamente la luminosità di una lampada in funzione del grado di illuminazione dell'ambiente

E' possibile, anche se raramente viene richiesto, che ci sia la necessità di illuminare un' oggetto con una luce costante. La grandezza che misura l'illuminazione si chiama "ILLUMINAMENTO" e l'unità di misura è il LUX (equivalente a LUMEN/mq).

Qui vogliamo presentare un sistema per mantenere costante l'illuminamento. In condizioni normali l'illuminamento in una stanza è estremamente variabile, in dipendenza della luce esterna, dell'apertura delle finestre, delle luci artificiali interne e dell'ombra generata dalle persone che si muovono. Il sistema di regolazione automatico presentato in queste pagine, misura l'illuminamento con una fotoresistenza e in base al valore rilevato fa aumentare o diminuire la luce emessa da una lampada che si aggiunge all'illuminazione preesistente.

Per costruire un apparecchio elettronico adatto a questa necessità utilizziamo le conoscenze di Elettronica e di Sistemi. Si tratterà di un sistema di controllo reazionato (controllo ad anello chiuso) che può utilizzare la tecnica di regolazione lineare oppure quella PWM (PULSE

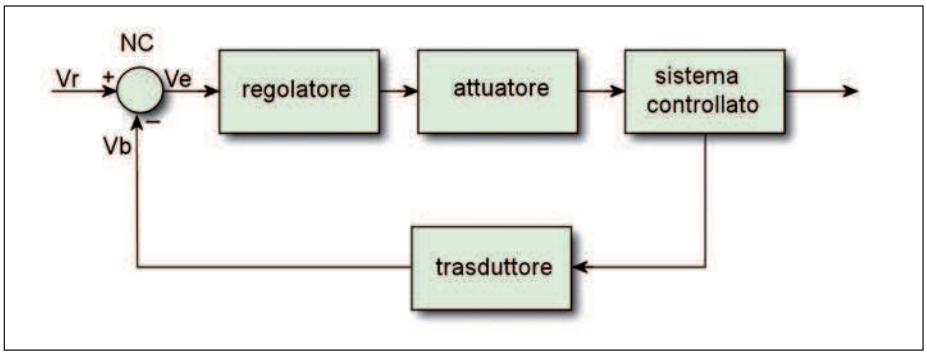


Figura 1: diagramma a blocchi di un sistema di controllo ad anello chiuso.

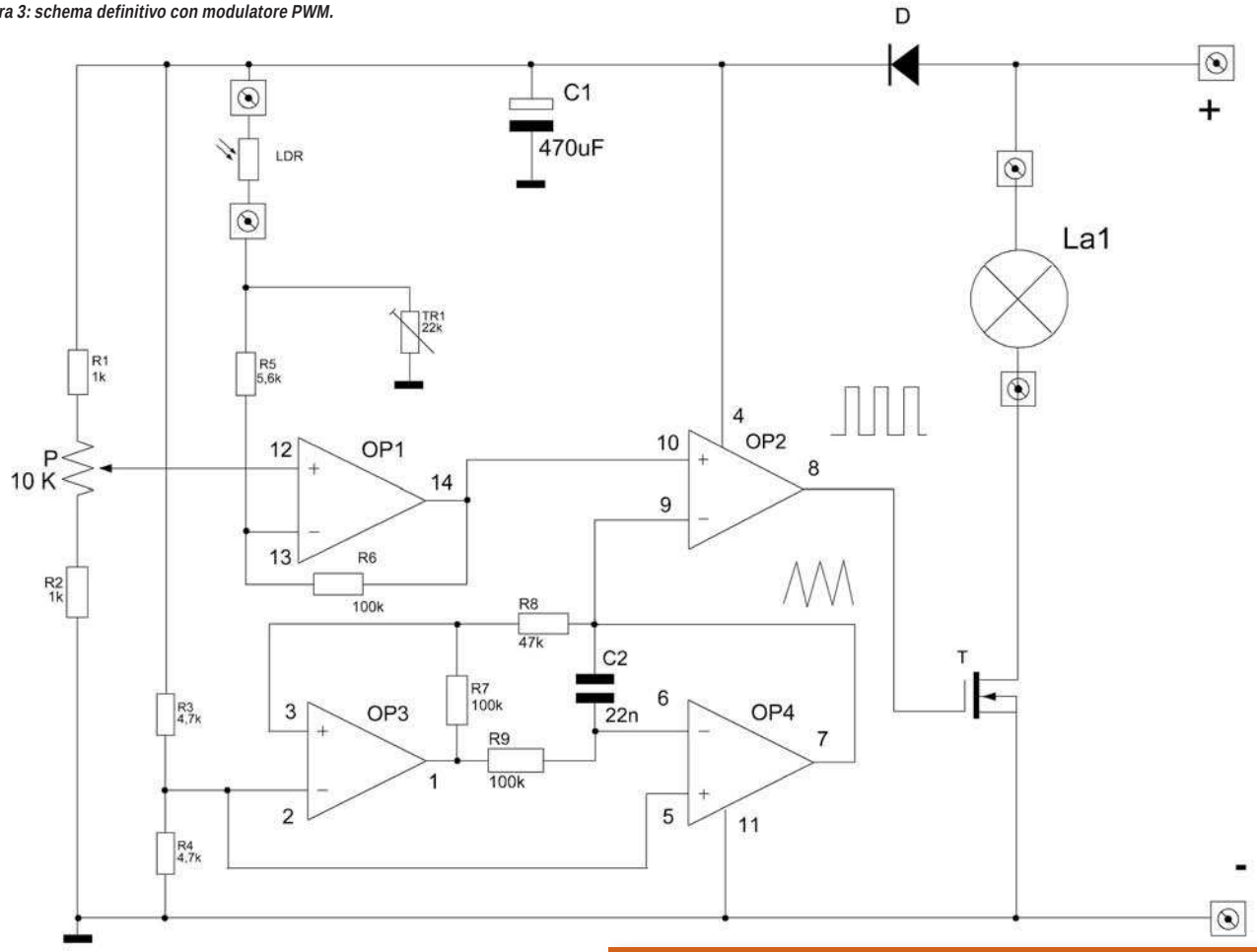
PROGETTO TESINA

Riprende la serie di articoli del "Progetto tesina" iniziata nell'anno scolastico 2008-2009: si tratta di articoli tecnici rivolti in particolare agli studenti degli istituti tecnici e professionali con specializzazione in Elettronica ed in Elettrotecnica, per fornire loro idee e collegamenti per le tesine da presentare agli Esami di Stato. Ogni articolo sarà corredato da una "mappa concettuale" che, partendo da un'idea guida, colleghi tutte le materie. Gli articoli conterranno ognuno un'applicazione di elettronica avente caratteristiche di semplicità, di realizzabilità e di attinenza ai programmi scolastici. Inoltre si lascerà un'ampia possibilità di modifiche e di approfondimenti. Il "Progetto tesina" intende distinguersi rispetto ai tanti documenti offerti agli studenti attraverso Internet. Nel campo dell'elettronica e dell'elettrotecnica la rete offre pochissimi progetti, ma una gran mole di trattazioni teoriche, a volte prese di peso dai testi scolastici. Dalla mia lunga esperienza posso assicurare che un circuito funzionante e ben spiegato vale molto di più, per una commissione d'esame, di una dotta dissertazione teorica. Mi aspetto un maggior numero di riscontri da parte di studenti, docenti e lettori: sia positivi che negativi essi serviranno migliorare l'"offerta" in futuro.

Prof. Antonio CECERE

Per approfondimenti:
http://maturita.studentville.it/articoli_esame_maturita-7/guida_alla_tesina-18.htm

Figura 3: schema definitivo con modulatore PWM.



WIDTH MODULATION). Saranno descritte le due tecniche, ma sarà costruito solo un apparecchio dimostrativo, quello con tecnica PWM, perché ha caratteristiche di rendimento migliori.

GENERALITÀ SUI SISTEMI AD ANELLO CHIUSO

Spieghiamo dapprima come funziona un sistema di controllo ad anello chiuso. Con riferimento alla **figura 1** assumiamo le seguenti definizioni:

- Vr è il segnale di riferimento, ossia il segnale elettrico che rappresenta il valore desiderato della grandezza da controllare;
- Vb è il segnale di uscita riportato in ingresso e rappresenta una misura della grandezza da controllare;
- Ve è il segnale errore e rappresenta la

LISTA COMPONENTI

IC 1	Circuito integrato LM324
P	Potenziometro 10 KW
Tr	Trimmer 22 KW
LDR	Fotoresistenza
T	Transistor MOSFET STP24NF10 oppure IRF540
D	Diodo 1N 4002
C1	Condensatore elettrolitico 470μF - 16V
C2	Condensatore ceramico 22 nF - 50V
R1, R2	1 KΩ
R3, R4	4,7 KΩ
R5	5,6 KΩ
R6, R7, R9	100 KΩ
R8	47 KΩ
La	Lampada a 12 V - potenza da 5 a 60 Watt

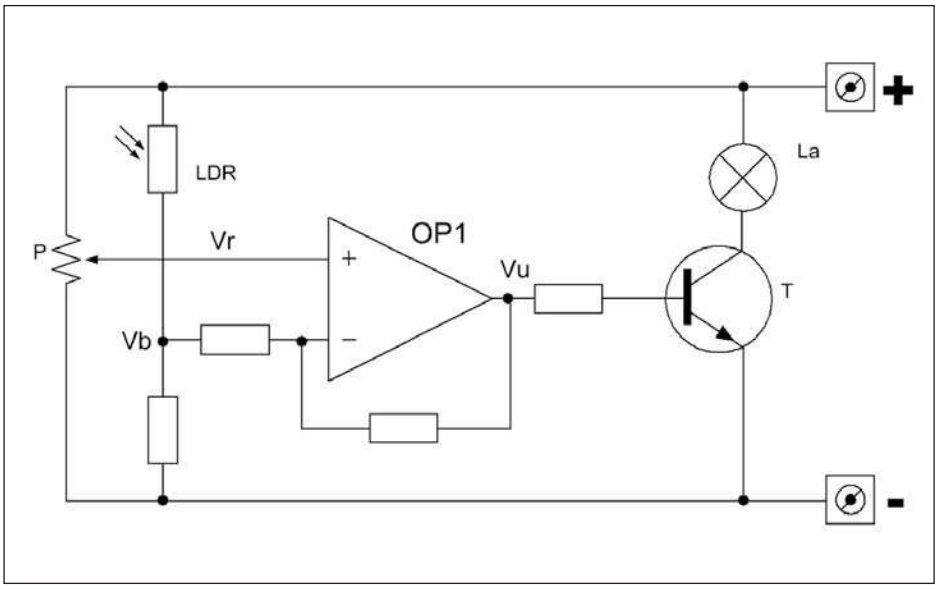


Figura 2 schema elettrico di principio.

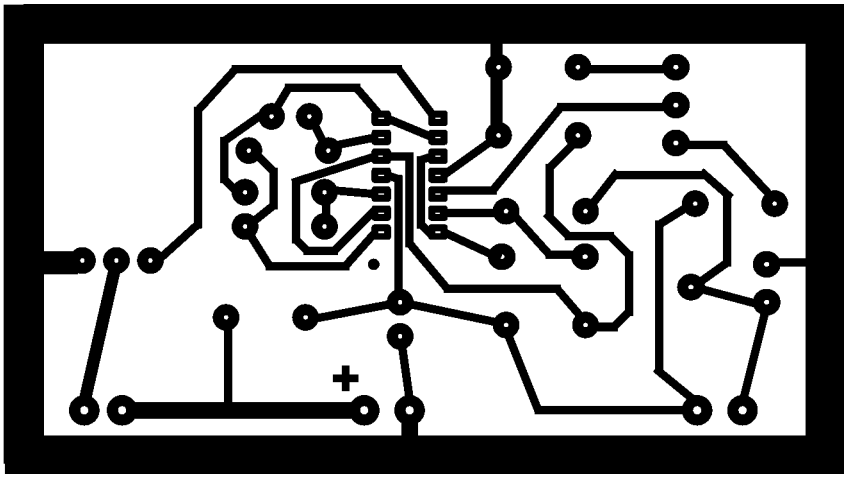


Figura 4: circuito stampato.

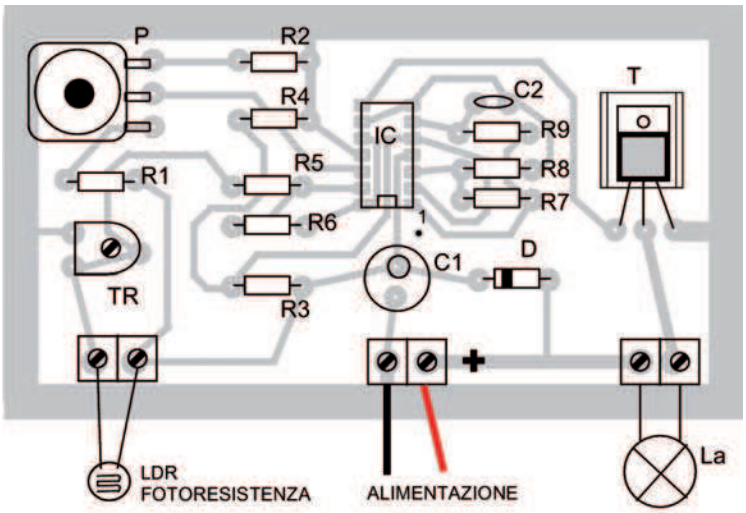


Figura 5: disposizione dei componenti.

differenza tra il valore di riferimento e quello misurato;

- NC è il nodo di confronto, che effettua la differenza tra i segnali elettrici Vr e Vb, che rappresentano rispettivamente il valore di riferimento della grandezza e quello misurato. Il trasduttore effettua la conversione della grandezza fisica da controllare in un segnale elettrico proporzionale, in modo da poter effettuare il confronto con il segnale di riferimento. Il trasduttore riporta in ingresso la grandezza di uscita introducendo così una reazione. Il segnale fornito dal trasduttore non ha le caratteristiche adatte per essere confrontato con il segnale di riferimento. Quindi il blocco trasduttore comprende anche i dispositivi di condizionamento del segnale proveniente dal trasduttore. A questo punto possiamo descrivere il principio di funzionamento dell'anello chiuso: il valore dell'uscita, ossia della grandezza da controllare, viene riportato in ingresso dal trasduttore e confrontato con il segnale di riferimento, generando eventualmente un segnale errore che comanda il regolatore. Una variazione rispetto al valore prefissato viene riportata in ingresso nel nodo di confronto. Dal nodo NC esce un segnale errore Ve:

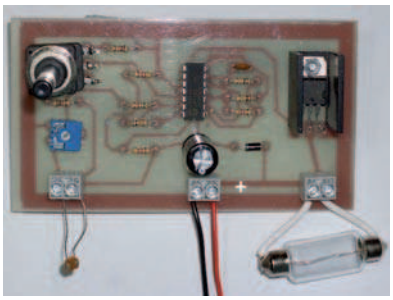
$$Ve = Vr - Vb$$

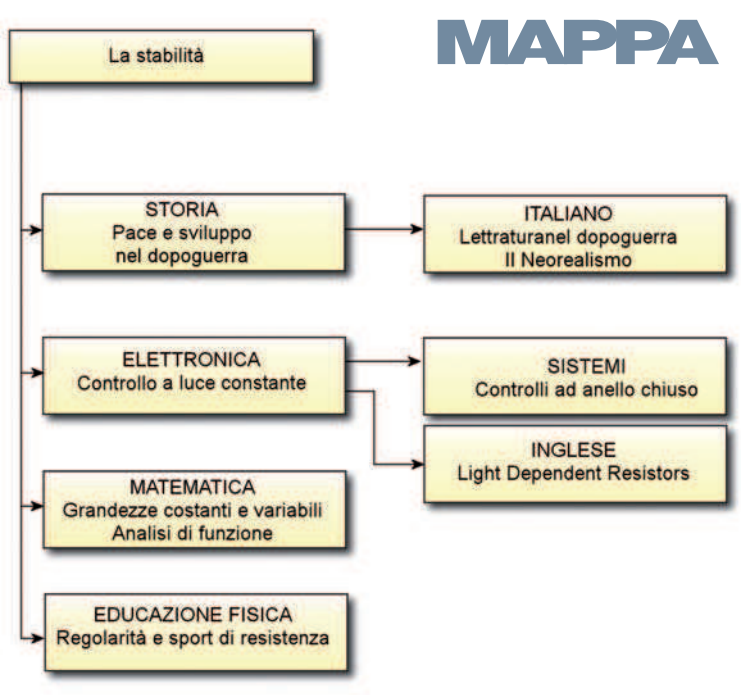
Dipendente dunque da tale variazione, questo segnale errore va a pilotare il regolatore che modifica la propria uscita per riportare l'uscita al valore di riferimento.

CIRCUITO

Il cuore del sistema è un sensore a fotoresistenza (LDR - Ligth Dependent Resistor) ed un amplificatore operazionale che presenta in uscita una tensione Vu che aumenta in mancanza di luce. La fotoresistenza (che rappresenta il trasduttore) misura il grado di luminosità dell'ambiente fornendo un segnale da confrontare con un segnale fisso introdotto dal potenziometro (P) che rappresenta il segnale di riferimento in ingres-

Figura 6: foto della realizzazione pratica.





MAPPA *concettuale*

Il concetto di stabilità è collegato al concetto di sviluppo economico e culturale. Nei periodi di pace e di stabilità politica le nazioni riescono a progredire e a garantire alle popolazioni un livello di benessere sempre più elevato. Questo risulta dell'analisi dei periodi di pace che seguono le guerre, come dopo la seconda guerra mondiale (STORIA). Nei periodi di pace ritrovata si sviluppano nuovi movimenti letterari , ad esempio il neorealismo in Italia (ITALIANO). Parlando di tecnica, in ogni branca si sono fatti passi in avanti ogni volta che si è riusciti a stabilizzare una grandezza (la velocità, la temperatura, la tensione, ecc.). In questa tesina si presenta uno stabilizzatore di luminosità ambientale (ELETTRONICA e INGLESE) che sfrutta il concetto di controllo ad anello chiuso (SISTEMI). La MATEMATICA ci fornisce degli strumenti per analizzare la variabilità o la stabilità di una grandezza. La regolarità del movimento (ED. FISICA) permette all'organismo di mantenere costante il rendimento negli sport di resistenza.

so. Il segnale di tensione Vb proveniente dal fotoresistore viene confrontato dall'amplificatore operazionale con una tensione costante di riferimento Vr. Se esiste una differenza di tensione fra i due segnali, l'amplificatore controlla attraverso un transistor di potenza la luminosità della lampada La, finché tale differenza non si annulla. Nel caso della regolazione lineare, questa tensione Vu può pilotare la BASE di un transistor BJT o il GATE di un MOSFET e questi dispositivi possono alimentare la lampada che illuminerà gli oggetti su cui vogliamo la luce costante. Se, invece, vogliamo la regolazione PWM, il segnale d'uscita Vu deve essere applicato ad un modulatore PWM, in cui viene comparato con una tensione oscillante di forma triangolare. L'uscita del modulatore è un segnale ad impulsi ad onda quadra di larghezza variabile, che pilota un transistor di potenza come nel caso precedente. Del modulatore PWM fa parte anche un oscillatore ad onda triangolare a cui abbiamo accennato.

REALIZZAZIONE E COLLAUDO

Tutto il regolatore PWM è basato sull'uso di un circuito integrato LM324, che contiene 4 amplificatori operazionali. Con riferimento **alla figura 3**, il primo amplificatore (OP1) amplifica la differenza tra il segnale proveniente dalla fotoresistenza e quello di riferimento Vr proveniente dal potenziometro P.

La tensione di uscita di OP1 viene applicata all'ingresso NI di OP2, che funge da modulatore PWM. L'altro ingresso di OP2 è pilotato da un segnale a forma d'onda triangolare, generato da OP3 ed OP4. L'uscita di OP2 pilota il MOSFET con impulsi a durata variabile e frequenza costante (segnale PWM). Tutto il circuito è alimentato a 12 Volt ed una lampada ad incandescenza da 12 V (attuatore) viene inserita in serie ad piedino di uscita del MOSFET (piedino di Drain). La lampada viene alimentata ad impulsi di larghezza (cioè "durata") variabile in base alla luminosità richiesta.

La frequenza degli impulsi deve essere abbastanza alta (circa 300 Hz) da non vedere la lampada vibrare. In termini tecnici più precisi si deve dire che il periodo degli impulsi deve essere inferiore al tempo dell'inerzia termica del filamento. Nella realizzazione pratica si preferisce il transistor MOSFET al BJT perché è pilotabile con correnti molto piccole. Questo transistor, pilotato con un segnale PWM, non riscalda perché lavora passando periodicamente dall'interdizione (OFF) alla saturazione (ON), entrambe condizioni in cui la dissipazione è pressocchè nulla. Essendo trascurabile la perdita di energia, questo regolatore ha un altissimo rendimento. Per il collaudo, dopo aver realizzato il circuito seguendo la disposizione dei componenti della **figura 5**, si collega in uscita una lampada a 12V di potenza compresa tra 5 e 60 Watt.

Quindi si posizionano sia il trimmer TR che il potenziometro P a metà corsa e si alimenta il circuito a 12V con un alimentatore da laboratorio.

Coprendo la fotoresistenza con la mano, si osserverà che la lampada La aumenterà la sua luminosità per compensare la minor luce che arriva alla fotoresistenza. Se al contrario accendiamo una lampada nella stanza, noteremo che la lampada collegata al circuito diminuisce la sua luminosità, in modo da riportare il valore di illuminamento rilevato dalla fotoresistenza al valore impostato. In questo modo si può più facilmente e "visivamente" comprendere l'intervento di un controllo ad anello chiuso. ❑

CODICE MIP 2772149

l'angolo di Mr A.KEER

COMPARATORI

Le macchine combinatorie si prestano a realizzare utili strumenti di calcolo e di controllo numerico: cominciamo l'analisi di questa categoria con i dispositivi di confronto e scopriamone i segreti e il modo migliore per utilizzarli

Dopo aver fornito gli strumenti per gestire la traduzione e la visualizzazione decimale delle informazioni binarie possiamo rivolgere l'attenzione alle numerose altre categorie di dispositivi specializzati, cominciando con quelle destinate al trattamento dei dati binari; tra esse spiccano i comparatori, per la loro versatilità e per il fascino legato alla loro capacità di scoprire l'ordine degli elementi coinvolti e consentire la loro classificazione.

Comparatori (TTL): 74LS85

I comparatori sono macchine combinatorie chiamate a confrontare tra loro 2 numeri binari al fine di scoprire se sono uguali; prima di entrare nel merito dei dispositivi integrati offerti dal mercato possiamo fare alcune considerazioni iniziali, per capire a fondo il meccanismo logico che governa questo servizio. Intanto sembra naturale affidare al circuito finale anche il compito di stabilire e segnalare se uno dei 2 è maggiore o minore dell'altro: il costo aggiuntivo è irrisorio e il servizio garantito è decisamente accattivante. Il comparatore più semplice è quello che opera il confronto di 2 parole a un solo bit **(figura 1)**, affidato alle variabili A e B, proposte sui suoi ingressi: per la sua natura intrinseca l'operatore OR ESCLUSIVO (OREX o XOR, disponibile con 4 porte logiche a 2 ingressi nel componente TTL 74LS86 o nei CMOS 4030 o 4070) sembra fatto apposta per espletare questa funzione: la sua uscita è infatti a 0 logico (attiva bassa) solo quando il valore di A e uguale a quello di B. Utilizzando l'operatore NOREX (disponibile nel TTL 74LS266, per altro a collettore aperto, o nel CMOS 4077) è possibile disporre dello stesso servizio in logica positiva; nella **figura 1** si è preferito realizzare la funzione A=B negando l'uscita di una porta OREX. La scelta dei componenti utilizzati per il progetto è giustificata dall'analisi delle 3 Tabelle di Verità allegate: si notano le 4 AND richieste dai rispettivi mintermini, 2 dei quali servono per assicurare le uscite A<B e A>B. La **figura 2** mostra un comparatore a 2 bit completo; i singoli settori circuitali necessari per stabilire se una parola $A=A_1A_0$ è minore, uguale o maggiore dell'altra, $B=B_1B_0$, sono il frutto della minimizzazione (con le mappe di Karnaugh) delle rispettive funzioni, previste e documentate dalla Tabella di Verità; sen-

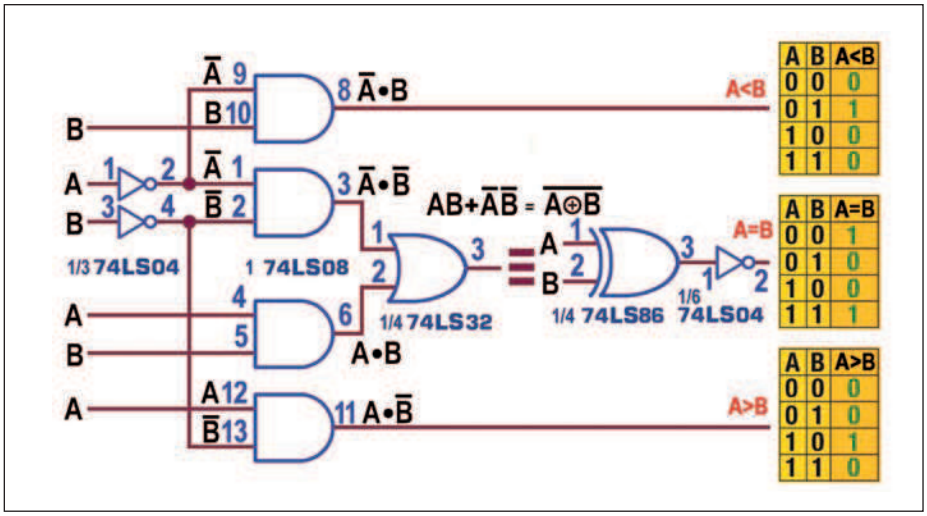
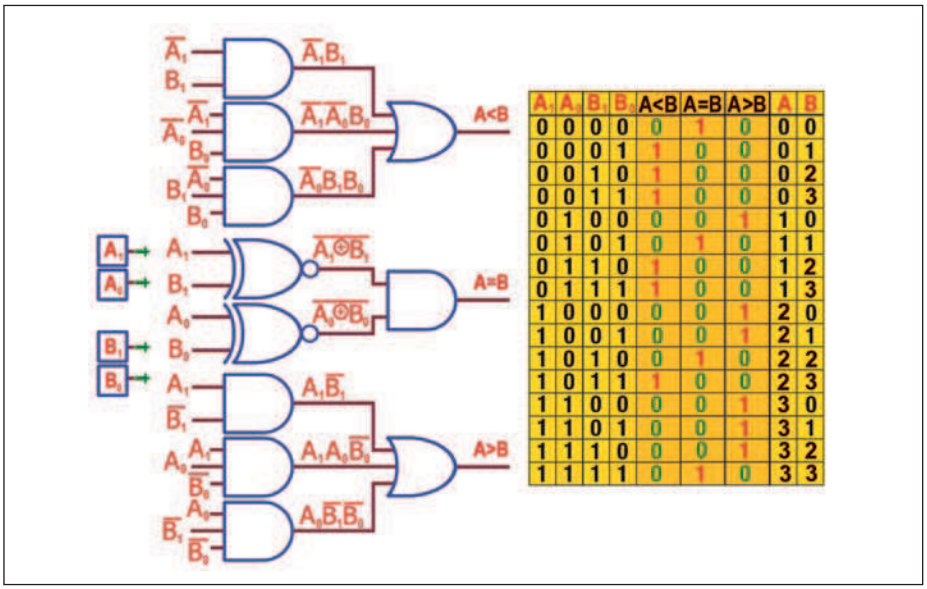


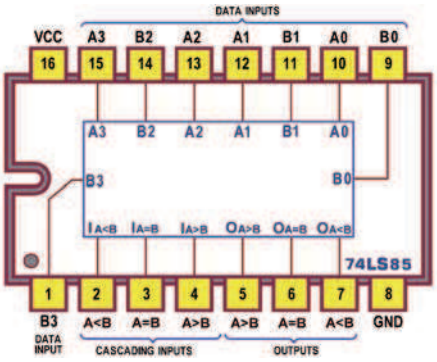
Figura 1: 1-bit Magnitude Comparator: Tabelle di verità (in logica positiva) e schema.



A_1	A_0	B_1	B_0	A<B	A=B	A>B	A	B
0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0	0	2
0	0	1	1	1	0	0	0	3
0	1	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	0	1	2
0	1	1	1	1	0	0	1	3
1	0	0	0	0	0	1	2	0
1	0	0	1	0	0	1	2	1
1	0	1	0	0	1	0	2	2
1	0	1	1	1	0	0	2	3
1	1	0	0	0	0	1	3	0
1	1	0	1	0	0	1	3	1
1	1	1	0	0	0	1	3	2
1	1	1	1	0	1	0	3	3

Figura 2: 2-bit Magnitude Comparator: Tabella di verità (in logica positiva) e schema.

Figura 3: 4-bit Magnitude Comparator 74LS85: Pin-out.



za entrare nel dettaglio è comunque facile riscontrare una certa simmetria nelle colonne delle uscite A<B e A>B, chiaramente evidente anche nella struttura delle reti che le realizzano (per inciso ricordo che le porte AND a 2 e a 3 ingressi sono disponibili rispettivamente nei TTL 74LS08 e 74LS11, mentre non esiste una TTL OR a 3 ingressi, per cui sarà necessario usarne 2 a 2 ingressi, 74LS32, in cascata). Per garantire la condizione A=B sono necessarie 2 NOREX (una per i bit di peso 0 e una per quelli di peso 1); essa è verificata quando entrambe (giustificando la presenza della AND) le porte assumono in uscita il valore logico 1, per il fatto di aver rilevato l'uguaglianza dei rispettivi bit in ingresso, entrambi o a 0 o a 1. La verifica d'uguaglianza dei bit di A e B mantiene la sua logica anche quando il loro numero aumenta: con parole binarie a n bit è sempre necessario confrontare a 2 a 2 i bit dello stesso peso, per cui saranno necessarie n NOREX, una per ciascuna coppia di bit dello stesso peso, comunque coordinate da una AND ad n ingressi.

La famiglia TTL offre numerosi dispositivi in grado di assicurare questo servizio, in quantità decisamente maggiore di quella disponibile per realizzare altre funzioni logiche; il più classico e noto è il 74LS85, chiamato a confrontare 2 parole a 4 bit e per questo definito 4-Bit Magnitude Comparator dai datasheet; il suo pin-out è mostrato in **figura 3**. Lo schema funzionale proposto dai datasheet (di solito come schema logico, Logic Diagram) è come sempre molto interessante: si tratta di un disegno piuttosto complesso che coinvolge una trentina di porte logiche; osservandolo con attenzione è facile riconoscere la parte circuitale relativa alla funzione A=B, ridisegnata in **figura 4** senza il "disturbo" delle parti che si occupano delle funzioni A<B e A>B. Come abbiamo anticipato è evidente la presenza delle 4 NOREX concorrenti in una AND: è interessante notare la scelta degli operatori chiamati a realizzare ciascuna di esse, così come è facile verificare che effettivamente rappresentano una NOREX; la **figura 5** ci prova, ricreando il circuito con componenti reali. Lo schema pratico **(figura 6)** offre il simbolo del 74LS85, da utilizzare nei progetti, consigliato per la sua sintetica completezza, evidenziando il nome dei segnali logici che entrano e di quelli che escono e il numero dei piedini ad

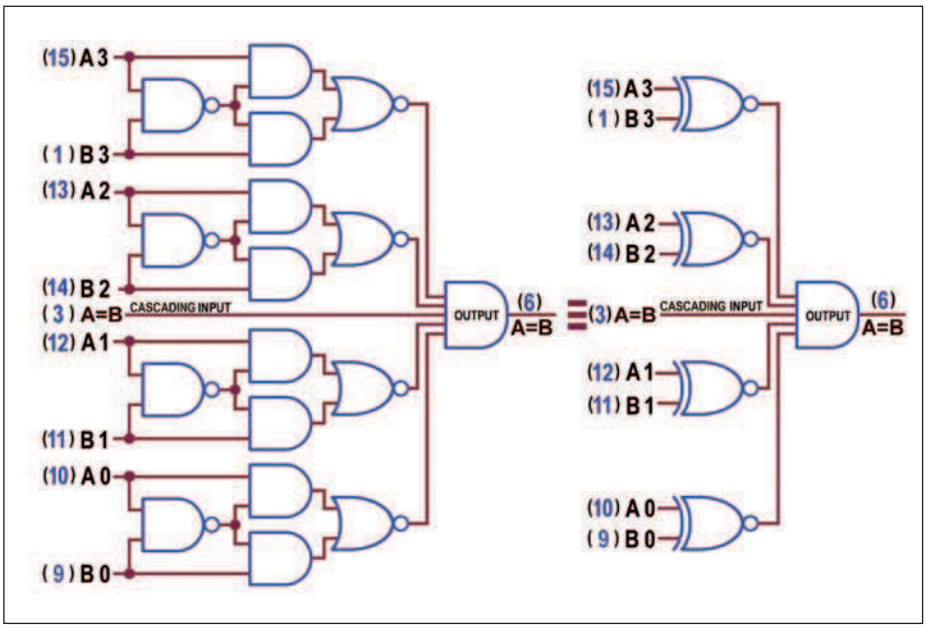


Figura 4: 4-bit Magnitude Comparator 74LS85: Schema funzionale di A=B.

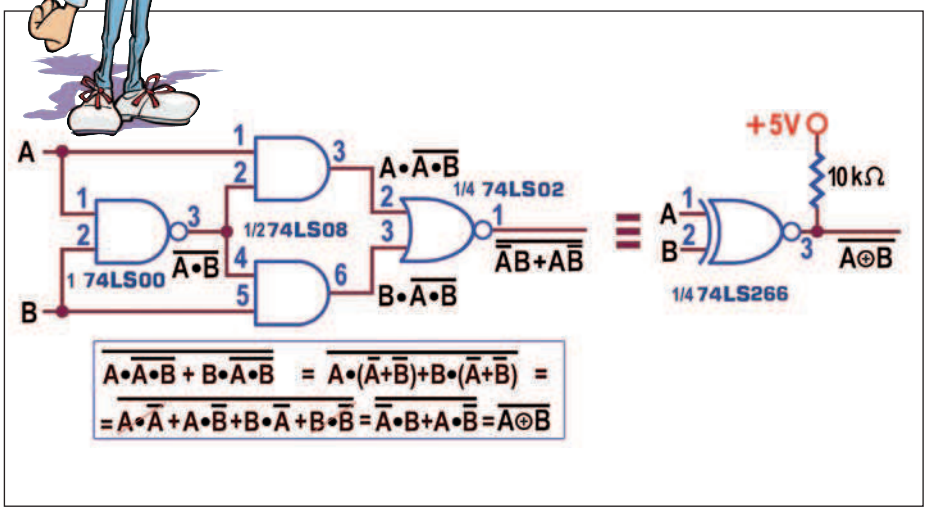


Figura 5: 4-bit Magnitude Comparator 74LS85: Particolare dello schema funzionale.

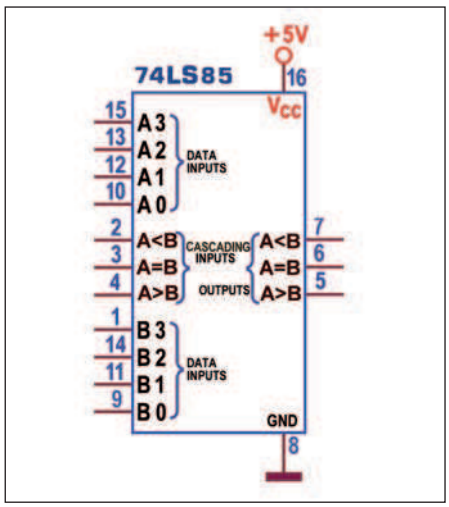


Figura 6: 4-bit Magnitude Comparator 74LS85: Schema pratico.

essi riservati. Sono evidenti le 8 linee d'ingresso destinate a raccogliere il codice binario (o qualunque altro codice, anche BCD) affidato alle 2 parole a 4 bit da confrontare tra loro, $A=A_3A_2A_1A_0$ e $B=B_3B_2B_1B_0$, così come le 3 uscite specializzate nel segnalare le 3 possibili condizioni A<B, A=B e A>B. Il valore logico da esse assunto dipende da quello predisposto sui 3 ingressi di espansione (detti Cascading Inputs o Expander Inputs); per un corretto funzionamento gli ingressi A<B (pin2) e A>B (pin4) devono essere posti a 0 e l'ingresso A=B (pin3) a 1: in questo modo, al verificarsi di una condizione, l'uscita corrispondente passerà a 1 (attiva alta) lasciando a 0 le altre 2. Lo scopo degli ingressi di espansione è ovviamente quello di rendere possibile il collegamento in cascata di 2 o più dispositivi al fine di consentire il confronto di 2 parole a n*4 bit (con n intero a partire da 2); la **figura 7** mostra un comparatore a 8 bit, nel quale le condizioni richieste per i Cascade Inputs sono affidate al componente chiamato a gestire la parte meno significativa dei 2 numeri binari (ogni altro ingresso di espansione sarà collegato alle uscite di pari dignità del precedente comparatore). L'utilizzo in cascata di questi dispositivi non richiede alcun componente aggiuntivo; nonostante la loro relativa velocità è per altro evidente che il ritardo di propagazione (Propagation

INGRESSI DI DATO				INGRESSI IN CASCATA			USCITE		
A3,B3	A2,B2	A1,B1	A0,B0	A>B	A=B	A<B	A>B	A=B	A<B
A3>B3	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A3=B3	A2>B2	X	X	X	X	X	H	L	L
A3=B3	A2=B2	A1>B1	X	X	X	X	H	L	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0>B0	X	X	X	H	L	L
A3<B3	X	X	X	X	X	X	L	L	H
A3=B3	A2<B2	X	X	X	X	X	L	L	H
A3=B3	A2=B2	A1<B1	X	X	X	X	L	L	H
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0<B0	X	X	X	L	L	H
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	X	H	X	L	H	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	H	L	L	H	L	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	H	L	H	L	L	L
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	L	L	L	H	L	H
A3=B3	A2=B2	A1=B1	A0=B0	L	L	H	L	L	H

H livello logico alto L livello logico basso X livello logico irrilevante

Figura 11 - 4-bit Magnitude Comparator 74LS85: Tabella di verità.

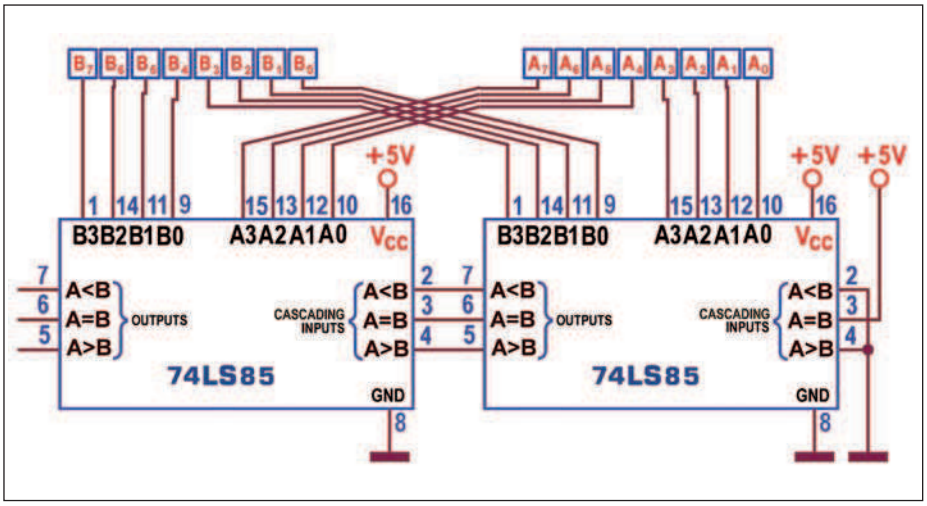


Figura 7: 4-bit Magnitude Comparator 74LS85: Espansione a 8 bit in cascata.

Delay Time), necessario per disporre di una risposta attendibile sulle uscite del 74LS85 chiamato a gestire la parte più significativa dei 2 numeri, sarà di fatto uguale a n volte quello di un singolo comparatore a 4 bit, mediamente dai 30 ns ai 45 ns (misurato con carico di 400ohm/15pF) per tutte le transizioni. Per mantenere in termini accettabili i tempi del confronto di parole binare di grandi dimensioni il costruttore stesso suggerisce di usare questi componenti in parallelo; per parole fino a 24 bit questa tecnica assicura un ritardo di soli 2 tempi di propagazione. La **figura 8** mostra un comparatore a 12 bit realizzato con tecnica parallela: si può notare che, rispetto a quella in cascata, il beneficio di disporre di un ritardo decisamente minore (un 30% in meno) costa un 74LS85 in più. La figura 8 ci aiuta a capire come è strutturata la tecnica in parallelo; il comparatore che si occupa dei bit meno significativi (fino ad un massimo di 4) è collegato in cascata con un secondo, chiamato a fare da collettore delle decisioni degli altri comparatori presenti nel progetto: gli ingressi di dato di quest'ultimo sono infatti le linee d'uscita maggiore e minore di ulteriori 74LS85, ciascuno dei quali potrà accollarsi il compito di confrontare fino a 5 bit di peso crescente. Nel nostro esempio (anche per mostrare come si fa...) abbiamo volutamente limitato il confronto a parole di 12 bit, ma una struttura come questa è in grado di confrontare parole fino a 24 bit, $A=A_{23}...A_0$, $B=B_{23}...B_0$; di fatto, sostituendo i 4 ingressi di dato del primo comparatore, attualmente a massa, con effettive linee di dato possiamo affidargli direttamente i primi 4 bit, mentre sostituendo gli ingressi a massa del comparatore "collettore" possiamo aggiungere altri 2 74LS85, portando a 20, in questo modo, la quantità dei bit più significativi (per un totale di 24). La tecnica in parallelo si può certamente estendere a parole di una quantità di bit grande a piacere: i datasheet assicurano la possibilità di gestire parole da 25 a 120 bit coinvolgendo un numero di integrati da 8 a 31: pur molto incuriosito la stesura del cir-

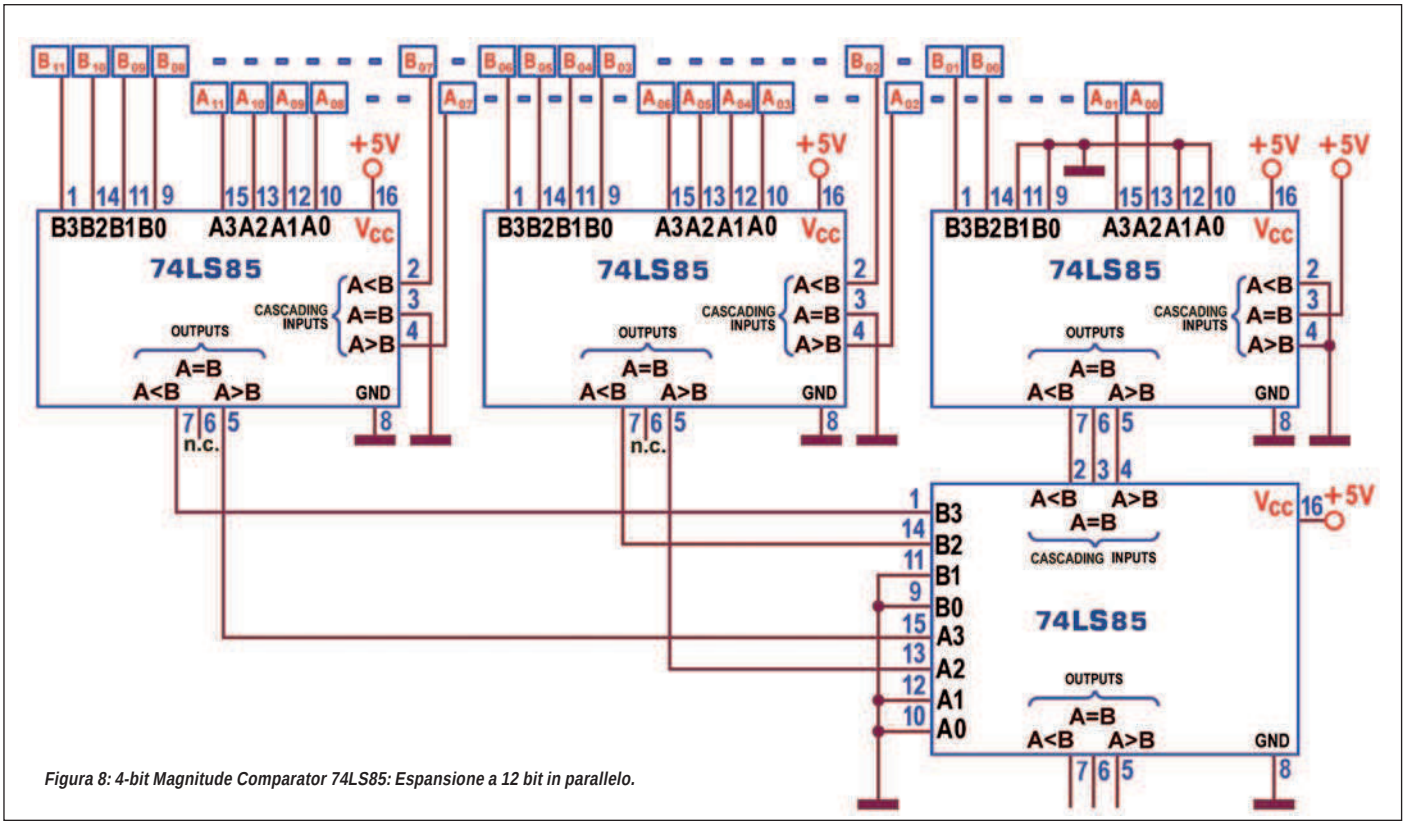


Figura 8: 4-bit Magnitude Comparator 74LS85: Espansione a 12 bit in parallelo.

cuito relativo sembra legittimamente complicata, per cui lascerò a qualche volontario il compito di montare un prototipo… Preferisco sottolineare un dettaglio della figura 8, relativo al 74LS85 che si occupa dei bit meno significativi; isolato dal circuito (e riproposto in **figura 9**) esso offre una alternativa integrata al comparatore a 2 bit completo di **figura 2**: il nostro dispositivo integrato si presta dunque ottimamente anche al confronto di parole con meno di 4 bit purchè i bit di A siano affidati alle linee di dato dello stesso peso di quelle a cui si affidano i bit di B, lasciando le rimanenti allo stesso livello logico. Nell'esempio A_1 e B_1 sono affidati alle linee di peso 3 (pin15 e pin1) e A_0 e B_0 sono affidati alle linee di peso 2 (pin13 e pin14) lasciando le rimanenti a livello logico 0, ma ogni altra scelta avrebbe garantito un risultato sicuro. Il simbolo logico predisposto dallo standard IEEE è mostrato in **figura 10** ed è, in questo caso, di immediata comprensione. Quando si progetta un dispositivo combinatorio è naturale partire dalla Tabella di Verità: abbiamo già visto **(figura 2)** come sia semplice ottenere un circuito completo sviluppando le desiderate funzioni booleane a partire dalle possibili combinazioni delle 4 variabili d'ingresso A_1,A_0,B_1,B_0; ma quando i bit coinvolti sono più di 4 (cioè per confrontare parole con più di 2 bit) la Tabella scritta nel modo tradizionale diventa ingombrante e oggettivamente inutile, per cui la tecnica della minimizzazione diventa oggettivamente impraticabile. Anche per questo la Tabella di Verità (Function Table) offerta dai datasheet è meno formale e più pratica; la **figura 11** riorganizza in modo più intuitivo le situazioni più comuni: a) la parte in alto si riferisce all'evento nel quale una parola è maggiore o minore dell'altra: si vede con chiarezza che risulta attiva (alta) solo l'uscita che corrisponde alla condizione A>B o A<B e che il contributo degli ingressi "in cascata" è irrilevante; in aggiunta il compito di forzare a 1 l'uscita corrispondente è delegato a partire dal bit più significativo di entrambe le parole, cosicchè se, per esempio, A_3 è maggiore di B_3 non è necessario controllare il valore dei bit di peso inferiore (nella posizione dei quali appare per questo il segno X di indifferenza); b) la parte in basso mette in evidenza l'importanza degli ingressi in cascata quando le parole poste a confronto sono uguali tra loro; la prima riga di

Componente TTL		Numero di bit n	Potenza dissipata P_D (mW)	Corrente d'uscita I_{OL} (mA)	Ritardo Propagazione t_{PLH} (ns)	t_{PHL} (ns)	condizioni
74LS85	totem pole	4	100	8	36	45	400ohm/15pF
74LS460	totem pole	10	500	8	0	40	560ohm/50pF
74ALS518		8	85	24	33	15	680ohm/50pF
74ALS519	open collector	8	85	24	33	15	680ohm/50pF
74ALS522		8	85	24	33	15	680ohm/50pF
74LS689		8	325	24	40	35	667ohm/50pF
74ALS520	totem pole	8	95	24	12	20	500ohm/50pF
74LS688		8	325	24	27	30	667ohm/45pF
74LS683		8	350	24	45	30	667ohm/45pF
74LS685	open collector	8	325	24	45	35	667ohm/45pF
74LS687		8	375	24	35	30	667ohm/45pF
74LS682		8	350	24	25	25	667ohm/45pF
74LS684	totem pole	8	325	24	25	25	667ohm/45pF
74LS686		8	375	24	25	30	667ohm/45pF
74AS885	totem pole	8	1000	20	17	15	500ohm/50pF
74ALS526		16	135	20	15	12	680ohm/50pF
74ALS527	totem pole	8	120	20	15	12	680ohm/50pF
74ALS528		12	65	20	15	12	680ohm/50pF
74ALS677		16	165	24	25	38	500ohm/50pF
74ALS678	totem pole	12	175	24	22	43	500ohm/50pF
74ALS679		16	140	24	25	35	500ohm/50pF
74ALS680		12	135	24	22	38	500ohm/50pF

Figura 16: Magnitude/Identity Comparator: caratteristiche dinamiche e di dissipazione.

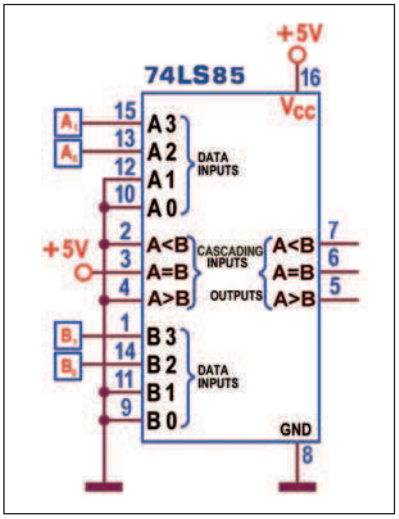


Figura 9: 4-bit Magnitude Comparator 74LS85: Riduzione a 2 bit.

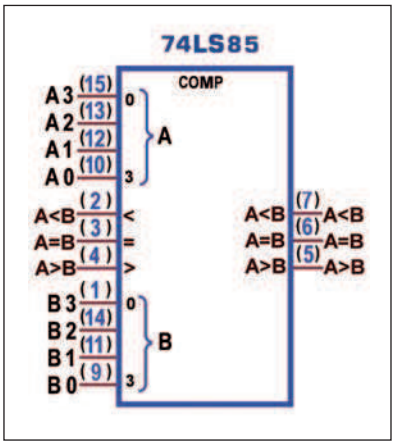


Figura 10: 4-bit Magnitude Comparator 74LS85: Simbolo logico ANSI/IEEE Std. 91-1984.

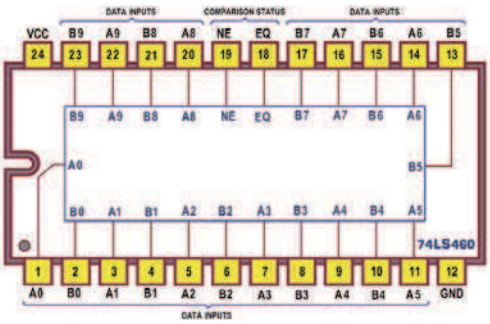


Figura 12: 10-bit Comparator 74LS460: Pin-out.

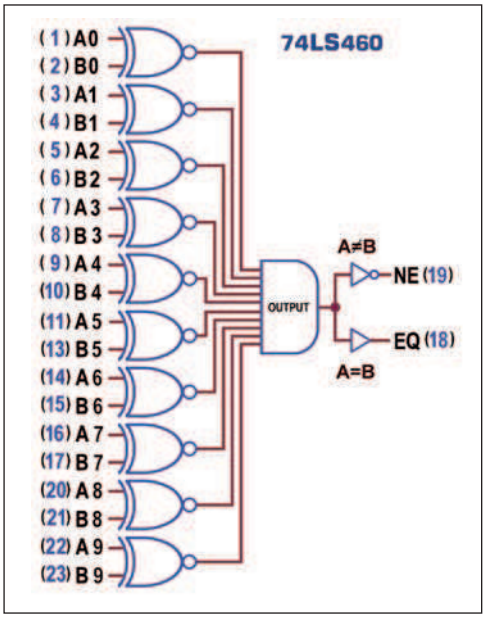


Figura 13: 10-bit Comparator 74LS460: Schema funzionale.

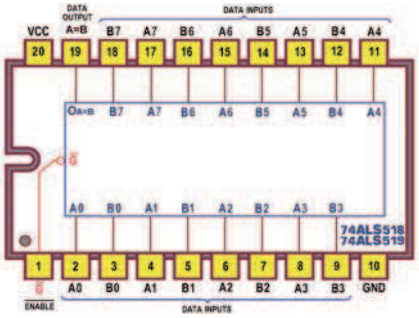


Figura 14: 8-bit Identity Comparator (componenti vari): Pin-out.

questo gruppo ricorda le condizioni da imporre quando il componente è usato da solo o è il primo di una serie con altri: abbiamo già detto che in questo caso è necessario porre l'ingresso A=B (pin3)=1 e gli altri 2 (A<B, pin2 e A>B, pin4)=0; le altre righe di questo gruppo (tutte caratterizzate dall'avere l'ingresso A=B uguale a 0) sono significative quando si realizzano comparatori con la tecnica in parallelo, come quello descritto dalla figura 8. La corrente massima assorbita dalle uscite del 74LS85 è quella tipica TTL LS (I_{OL}=8 mA) mentre la potenza dissipata massima è di 100 mW. Tra le numerose proposte TTL il 74LS460 offre una ulteriore dimostrazione della natura intrinseca di questi componenti, legata alla somma esclusiva; esso realizza il confronto di 2 parole a 10 bit semplicemente integrando 10 NOREX concorrenti in una AND a 10 ingressi, senza alcuna ulteriore linea di controllo; il suo pin-out è mostrato in **figura 12**. Lo schema funzionale (Logic Diagram, **figura 13**) è in questo caso molto essenziale e mette in evidenza la disponibilità di 2 uscite tra loro alternative, EQ e NE, entrambe attive alte. I rimanenti componenti TTL sono per lo più specializzati a rilevare solo l'uguaglianza delle parole processate e per questo sono definiti Identity Comparator; la mancanza della possibilità di verificare se A<B e A>B è per altro compensata dalla grande quantità di bit coinvolti, di solito 8, 12 o 16. Un primo gruppo di 7 integrati consente il confronto d'uguaglianza di 2 parole binarie (o BCD) da 8 bit: il 74ALS518, il 74ALS519, il 74ALS522 e il 74LS689 hanno uscita A=B di tipo open collector mentre quella del 74ALS520, del 74ALS521 e del 74LS688 è di tipo standard, totem pole; il pin-out per tutti è quello di **figura 14**; una curiosa caratteristica dei 74ALS518, 74ALS520 e 74ALS522 è quella di disporre di un resistore interno di pull-up da 20 kOhm su tutti gli 8 ingressi della parola B (pin 3, 5, 7, 9, 12, 14, 16 e 18). Lo schema funzionale proposto dei datasheet conferma la struttura tipica del comparatore (anticipata in **figura 4**), ora con 8 NOREX (una per ciascuna coppia di bit dello stesso peso) concorrenti in una AND ad 9 ingressi: il nono ingresso è infatti utilizzato per un segnale di abilitazione, G, attivo basso. L'uscita di tutti i componenti di questo gruppo sarà attiva alta (per 74ALS518 e 74ALS519, figura 15a) o attiva bassa (per 74ALS520, 74ALS521, 74ALS522, 74LS688 e 74LS689, figura 15b) quando le parole sono uguali (A=B) e solo se G=0; in caso di disuguaglianza (A>B o A<B) l'uscita sarà sempre disattiva (a 0 per i primi 2 e a 1 per i rimanenti 5); le tabelle incluse in **figura 15**, relative allo schema pratico, aiutano a chiarire ogni particolare. Da notare che 5 integrati di questo gruppo sono ALS (Advanced LS), cioè di produzione più recente e caratterizzati da prestazioni dinamiche e consumi migliori, come si vede dalla Tabella di **figura 16**: essa raccoglie le caratteristiche dinamiche e di dissipazione di tutti i comparatori descritti in quest'articolo, per rendere compatta l'informazione e consentire facili confronti. Tutti i dati esprimono il Valore Massimo delle rispettive grandezze e i ritardi sono riferiti al tempo necessario per avere un'uscita A=B stabile dopo l'applicazione dei bit delle parole in ingresso, ricordando che i tempi necessari da eventuali altri punti di vista sono comunque dello stesso ordine di grandezza. Ci sono altri 4 integrati in grado di confrontare 2 pa-

role da 8 bit, con un'unica differenza rispetto a quelli appena descritti: sul pin1 non è più disponibile il segnale di abilitazione G; al suo posto è offerta l'uscita A>B, in aggiunta a quella d'uguaglianza A=B, sempre presente sul pin19, entrambe comunque attive basse; la funzione A<B, attiva bassa, non prevista esplicitamente, può essere ottenuta inviando le 2 uscite disponibili, A=B, e A>B, ad una NAND a 2 ingressi.
Le uscite del 74LS682 e il 74LS684 sono di tipo totem pole mentre quelle del 74LS683 e del 74LS685 sono open collector; il pin-out per tutti è quello di **figura 17**; anche in questo gruppo alcuni dispositivi (74LS682 e 74LS683) dispongono di un resistore interno di pull-up da 20 kOhm su tutti gli 8 ingressi della parola B. Lo schema pratico (valido per tutti i componenti di questo gruppo) è disponibile in **figura 18**. Il 74LS686 (totem pole) e il 74LS687 (open collector) sono una variante dei precedenti: offrono ancora sia l'uscita A=B che quella A>B (entrambe attive basse) garantendo però anche una linea di abilitazione indipendente, G1 e G2, per ciascuna di esse; la **figura 19** mostra il loro pin-out, evidenziando la necessità di dover disporre di un chip di 24 pin. Lo schema pratico (valido per entrambi) è disponibile in **figura 20** la tabella inclusa aiuta a chiarire l'importanza del controllo di abilitazione. Le caratteristiche dinamiche e di dissipazione per i 6 integrati appena descritti sono raccolte nella Tabella di **figura 16**. Alla categoria dei comparatori a 8 bit appartiene anche il 74AS885, un sofisticato dispositivo dotato di memoria interna in grado di congelare provvisoriamente gli 8 bit della parola A; come il 74LS85 dispone di ingressi di espansione che assicurano la possibilità di controllare parole con un numero qualsiasi di bit sen-

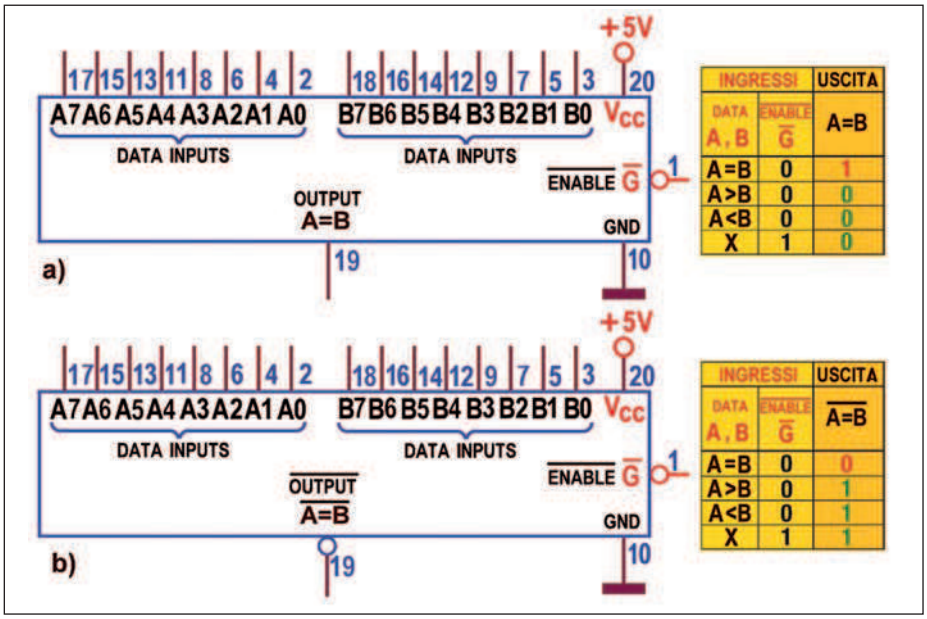


Figura 15: 8-bit Identity Comparator (componenti vari): Schema pratico.

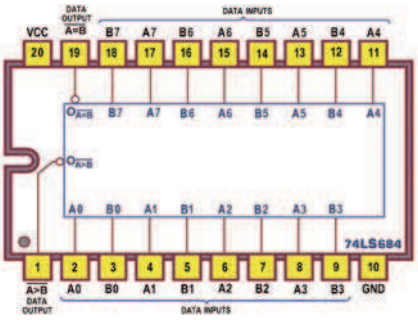


Figura 17: 8-bit Magnitude/Identity Comparator 74ALS684: Pin-out.

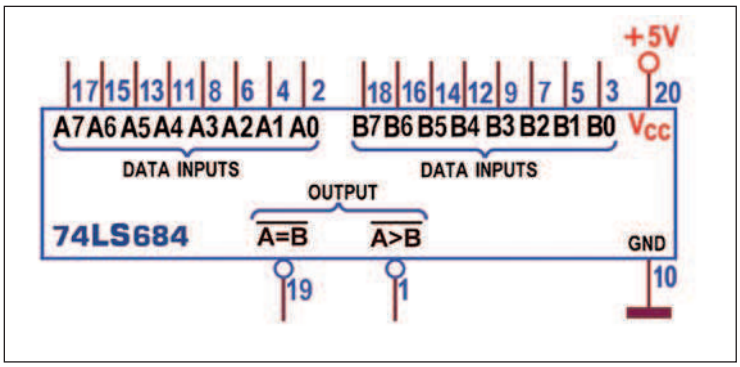


Figura 18: 8-bit Magnitude/Identity Comparator 74ALS684: Schema pratico.

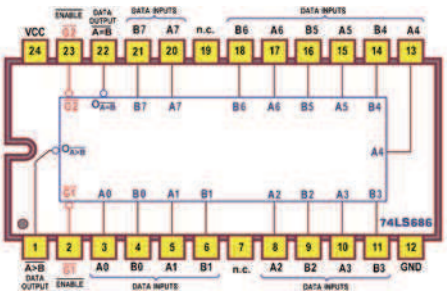


Figura 19: 8-bit Magnitude/Identity Comparator 74ALS686: Pin-out.

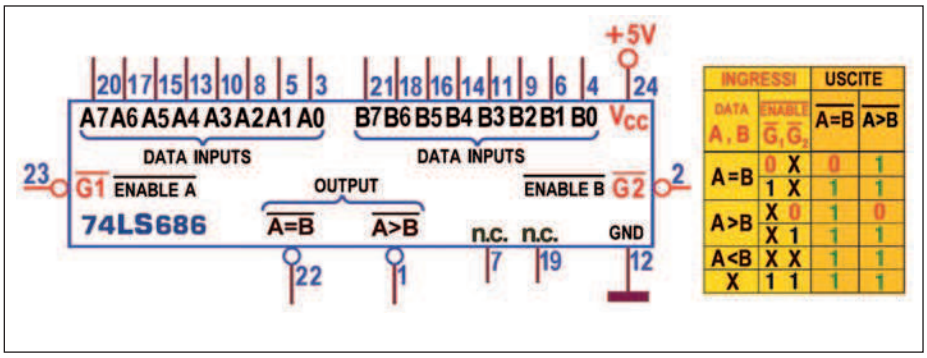


Figura 20: 8-bit Magnitude/Identity Comparator 74ALS686: Schema pratico.

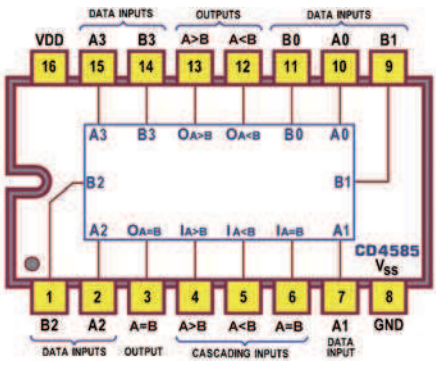


Figura 21: 4-bit Magnitude Comparator 4585: Pin-out.

za porte esterne, comunque ad alta velocità, cioè con tempi di ritardo minimi garantiti della tecnologia Advanced Schottky di cui si avvale (vedi Tabella di **figura 16**).
Un altro gruppo, altrettanto particolare, è quello costituito dal 74ALS526 (a 16 bit), dal 74ALS527 (a 8 bit) e dal 74ALS528 (a 12 bit): il loro compito è quello di comparare la parola fornita sulle linee d'ingresso dato con quella (di uguale dimensione) predisposta in una memoria PROM interna; per questo sono detti Fuse-Programmable Identity Comparators e sono di grande utilità nelle applicazioni di confronto fisso.
La loro uscita A=B (attiva bassa) andrà a 0 quando la parola di dati A applicata in ingresso coinciderà con quella preprogrammata B. In sostanza, i questi componenti dispongono di una serie di fusibili interni, uno per bit della parola da utilizzare nel confronto; in origine i fusibili sono intatti e il valore del bit corrispondente è 1, ma è facile intervenire su ciascuno di essi per "bruciarlo", portando a 0 il bit relativo; l'operazione si conduce facilmente, senza dover disporre di programmatore di PROM, semplicemente applicando momentaneamente una tensione di 12V al pin desiderato e contemporaneamente un breve impulso (50 µs) di 12V sull'ingresso di programmazione, G.
Per le caratteristiche dinamiche e di dissipazione consultare la Tabella di figura 16. Per finire facciamo cenno ad un ultimo gruppo, costituito dal 74ALS677 e dal 74ALS679, dispositivi dal compito decisamente singolare: essi sono in grado di forzare a 0 l'uscita Y quando viene rilevato un determinato indirizzo, rispettivamente a 16 bit per il primo e a 12 bit per il

secondo; per questo sono detti Address Comparators. Va da se che questo comparatore semplifica molto le operazioni d'indirizzamento dei chip nelle schede di espansione di memoria e/o di qualunque altra periferica. L'indirizzo desiderato, in arrivo dal bus esterno sulle loro 16 (o 12) linee di ingresso-dato, viene rilevato confrontandolo con la parola di uguale lunghezza generata da un decoder interno, governato da 4 linee di controllo: in sintesi basta predisporre su di esse il numero k (uguale a quello dei bit trovati a 0 nell'indirizzo da comparare), collegando poi le corrispondenti k linee del bus esterno (quelle attese a 0) ai primi K ingressi del comparatore (...e le rimanenti agli altri ingressi).

Se si ha a che fare con un bus esterno di 16 bit i possibili indirizzi in arrivo sono 2^{16}; se per esempio si desidera rilevare l'indirizzo $(1100110011001111)_2$=(EEEF)H basta contare la quantità di 0 presenti e predisporre con questo numero il valore $P_3P_2P_1P_0$ delle 4 linee di controllo. Poiché le linee a 0 sono 6 (e quelle a 1 sono ovviamente 10) fisseremo P_3=0, P_2=1, P_1=1 e P_0=0 e porteremo le 6 linee Add13, Add12, Add9, Add8, Add5, Add4 del bus address esterno (previste a 0) alle linee d'ingresso del comparatore da A1 a A6, in ogni ordine, a piacere; le restanti 10 linee del bus address saranno collegate alle rimanenti linee d'ingresso del comparatore, da A7 a A16, ancora in qualsiasi ordine. L'uscita Y (attiva bassa) di questi componenti è controllata da una linea d'abilitazione G (essa pure attiva bassa); è disponibile anche la versione 74ALS678 (a 16 bit) e 74ALS680 (a 12 bit) l'uscita dei quali è dotata di memoria di tipo latch, per il controllo della quale ci si appoggia alla linea d'ingresso C, presente al posto dell'abilitazione G: quando C è alto la memoria è trasparente; altrimenti l'uscita viene bloccata (sul fronte di discesa di C) al valore su essa presente in quel momento. Le caratteristiche dinamiche e di dissipazione sono disponibili nella Tabella di **figura 16**.

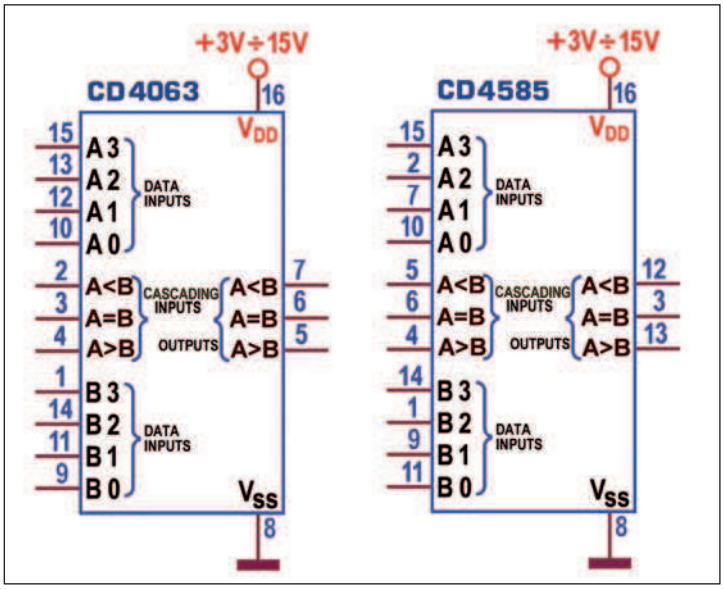


Figura 22: 4-bit Magnitude Comparator CMOS: Schema pratico.

Componente CMOS	Corrente I_{OL}, I_{OH} (mA)			Ritardo Propagazione t_{PLH}, t_{PHL} (ns)		
	5V	10V	15V	5V	10V	15V
4063	1	2,6	6,8	1250	500	350
4585	0,88	2,25	8,8	200	100	80

Figura 23: 4-bit Magnitude Comparator CMOS: Caratteristiche dinamiche e di Corrente.

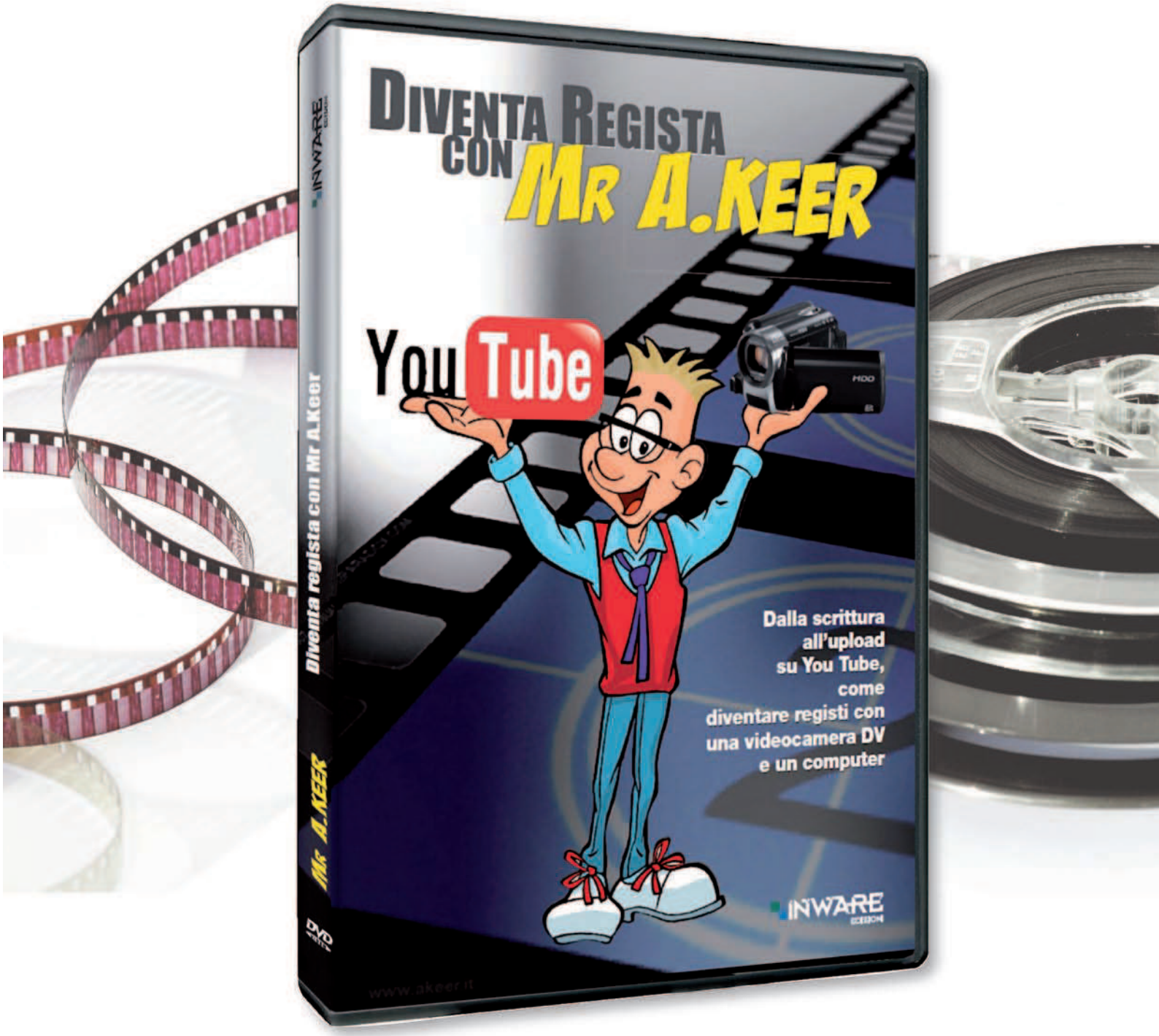
COMPARATORI (CMOS): 4585, 4063

La famiglia CMOS mette a disposizione 2 dispositivi di tipo 4-Bit Magnitude Comparator, in grado cioè di confrontare 2 parole a 4 bit (espresse in binario o in qualunque altro codice) e di segnalare le 3 condizioni A<B, A=B e A>B; sono entrambi funzionalmente identici all'omologo TTL 74LS85: il 4063 è con esso anche pin-out compatibile (vedi **figura 3**) mentre il 4585 dispone degli stessi segnali, però posizionati su piedini diversi (vedi pin-out in **figura 21**). Lo schema pratico di entrambi **(figura 22)** ribadisce il concetto ed è normale che lo schema funzionale proposto dai datasheet sia sostanzialmente lo stesso del 74LS85, mantenendone la struttura logica, in particolare quella per generare l'uscita A=B, sempre basata sulla presenza di 4 NOREX concorrenti in AND.

Sono presenti anche i 3 ingressi di espansione, per consentire il confronto di 2 parole con più di 4 bit, collegando in cascata di 2 o più dispositivi come in **figura 7**; ricordiamo che, utilizzando un solo comparatore in caso di effettiva uguaglianza dei dati A e B, per assicurare a 1 l'uscita A=B (attiva alta, lasciando a 0 le altre 2) sarà necessario collegare a 0 (V_{SS}) gli ingressi A<B e A>B e a 1 (V_{DD}) l'ingresso A=B, la stessa cosa andrà fatta per il primo della serie (quello associato ai bit meno significativi) se i comparatori utilizzati sono più di uno. Le caratteristiche elettriche sono quelle tipiche della famiglia logica CMOS: la tensione di alimentazione V_{DD} può variare da 3V a 15V; le uscite assicurano lo stesso valore sia per la corrente assorbita I_{OL} a livello 0 che per quella erogata I_{OH} a livello 1; i livelli di tensione su ogni uscita sono tipicamente uguali alla V_{DD} per la V_{OH} (a livello alto) e alla VSS (=0V) per la VOL (a livello basso); la potenza dissipata è trascurabile (qualche µW); il ritardo di propagazione massimo t_{PLH} e t_{PHL} (con carico di 200kohm/50pF) aumenta al crescere del valore dell'alimentazione. I dettagli per i 2 componenti sono raccolti in **figura 23.** ❑

Codice MIP 2780879

Prossimamente
in edicola



NON PERDERE

IL NUOVO CORSO IN DVD-VIDEO PER TUTTI!

è una esclusiva di

INWARE EDIZIONI

CODICE MIP 2781694

di REMO RIGLIONI (IZ0OPG)

Mini trasmettitore *per* la banda CB

Vediamo come costruire un semplice trasmettitore quarzato in banda CB per fare un po' di esperimenti prima di decidere di acquistare un ricetrasmettitore professionale

Spesso mi è capito di sentire giovani aspiranti radioamatori chiedere quale fosse il miglior apparato da acquistare per iniziare ad esercitare questo tipo di attività e a tutti ho sempre risposto che prima di dedicarsi all'acquisto di un ricetrasmettitore ci sono diversi aspetti che bisogna valutare. Prima di tutto occorre conseguire una patente e per far questo bisogna sostenere degli esami, in secondo luogo è bene rendersi conto delle difficoltà che si possono incontrare nell'allestire una stazione, non ultima quella di installare un sistema di antenne idonee alle bande su cui si vuole trasmettere scoprendo spesso che non si ha molto spazio a disposizione, soprattutto se si vive in città. Quindi il mio consiglio è di pensare all'acquisto di un apparato radio professionale, solo dopo avere considerato tutti gli aspetti sopra citati e nel frattempo sarebbe utile esercitarsi in una banda radio deregolamentata come appunto la banda CB (27MHz) dove trasmettendo con deboli potenze (4 watt o meno) è possibile, in attesa di sostenere gli esami, prendere pratica con tutti gli elementi base dei collegamenti radio. Di seguito vedremo come è possibile con poco costruire un semplice trasmettitore quarzato per la banda CB con cui iniziare a fare un pò di esperimenti.

TRASMETTITORE QUARZATO.

Come visibile in **figura 1** questo piccolo trasmettitore è composto sostanzialmente da quattro blocchi funzionali:

- Oscillatore quarzato, che ha il compito di generare un segnale radio su un canale della banda CB.
- Amplificatore RF, che ha il compito di amplificare il segnale radio prodotto dall'oscillatore e di inviarlo all'antenna trasmittente.
- Amplificatore audio, che ha il compito di amplificare il segnale audio (voce e suoni) captati dal microfono.

La banda cittadina

L'espressione banda cittadina o CB (dall'inglese Citizens' Band) identifica una banda di frequenze radio attorno ai 27 MHz (11 metri di lunghezza d'onda) destinata all'uso privato. La Citizens' band (la cui traduzione letterale è "banda dei cittadini") nacque negli Stati Uniti come uno dei vari servizi radio personali regolamentati dalla FCC, dopo il 1945 per consentire ai cittadini una banda di frequenze radio per la comunicazione personale (ad esempio i modellini radiocomandati, le chiacchiere fra parenti ed amici, le piccole imprese). Originariamente, la CB era stata permessa nel segmento 460-470 MHz della banda UHF, ed indicata come servizi A e B della banda cittadina. Viste le difficoltà tecniche nel produrre negli anni '50 un ricetrasmettitore UHF economico, l'11 settembre 1958 venne destinata una porzione di banda centrata attorno ai 27 MHz al servizio CB di tipo "D": quello che sarebbe stato poi conosciuto universalmente come "CB". Le frequenze vennero recuperate riassegnando le frequenze destinate ai radiocomandi e la adiacente banda radioamatoriale degli 11 metri (che era compresa tra 26,96 e 27,23 MHz), che era pochissimo utilizzata dai radioamatori. La banda venne quindi canalizzata ottenendo 26 canali, cinque dei quali vennero utilizzati per i radiocomandi, ed aggiungendo un ulteriore canale, il 23, centrato a 27,255 MHz. Visto l'enorme successo del sistema, altri stati successivamente permisero l'utilizzo di sistemi simili, sia come uso della frequenza, che come tipo di appartati utilizzabili che per il tipo di regolamentazione, come per esempio il General Radio Service in Canada. Nei paesi dell'Est europeo, come ad esempio la Polonia, le frequenze dei canali erano spostate 5 kHz più in basso rispetto a quelle USA, mentre nel Regno Unito si dovette attendere il 1981 per avere allocati 40 canali, ma tra 27,60125 e 27,99125 MHz e la modulazione utilizzata era la FM. In Italia, la re-

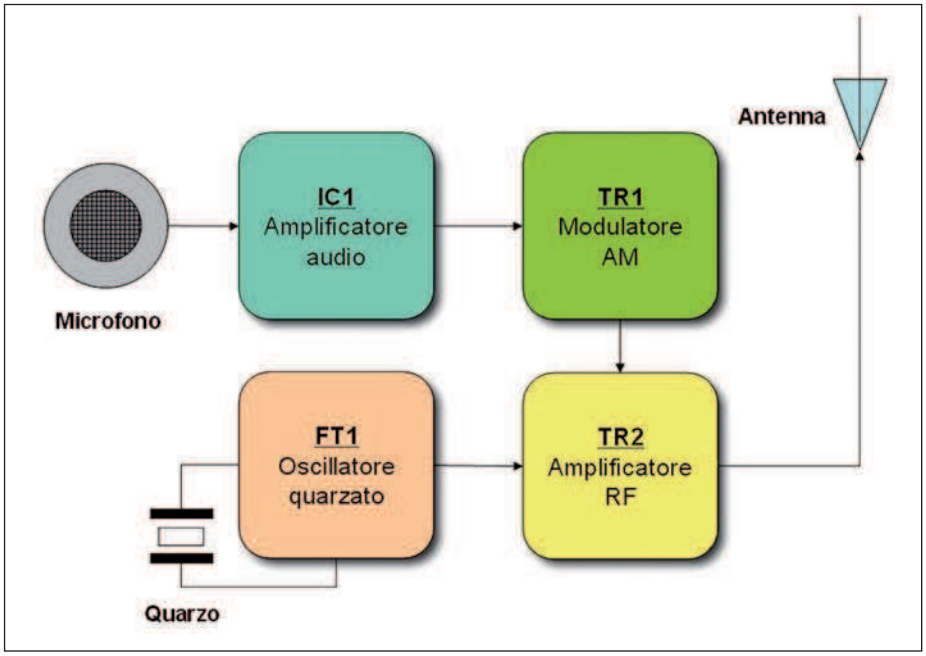


Figura 1: i blocchi funzionale le trasmettitore CB.

• Modulatore, che ha il compito di trasferire l'informazione audio sul segnale radio, attuando nella fattispecie una modulazione d'ampiezza.

Al fine di produrre un segnale radio più stabile possibile, Il generatore di portante radio ovvero l'oscillatore è realizzato utilizzando un apposito quarzo per la banda CB che praticamente blocca la frequenza del segnale prodotto ed evita che ci siano derive o funzionamenti instabili che renderebbero il circuito critico da far funzionare.

SCHEMA ELETTRICO

Veniamo allo schema elettrico del circuito, visibile in **figura 2**. L'oscillatore è composto dal quarzo, da FT1 e dal gruppo risonante L1, C7 accordabile sulla terza armonica del quarzo per banda CB; completano il circuito la resistenza di polarizzazione del gate R4 e il condensatore C5 che porta a massa il terminale "freddo" di L1. Il segnale prodotto dall'oscillatore viene applicato tramite il link L2 al transistor TR2, il quale configurato in classe C, ha il compito di amplificare il segnale ad una potenza che sui picchi di modulazione raggiunge e supera il mezzo watt, ovvero quanto basta per collegare i CB del proprio quartiere. La modulazione di ampiezza è realizzata nel seguente modo: il transistor TR1 è polarizzato in maniera tale che sull'emettitore ci sia circa la metà della tensione di alimentazione; sovrapponendo alla polarizzazione statica del transistor, tramite il condensatore C6, il segnale audio amplificato da IC1, faremo variare la tensione sull'emettitore in sincronia con il segnale modulante. A questo punto La modulazione d'ampiezza si ottiene alimentando il collettore di TR2, attraverso l'emettitore di TR1 ottenendo in antenna un segnale RF la cui ampiezza è proporzionale all'intensità del segnale audio modulante. L'impedenza JAF1 e il condensatore C10, impediscono che la radio frequenza confluisca sul TR1, mentre il segnale modulato da applicare all'antenna lo preleviamo in uscita dal filtro passa basso composto da L3, C11 e C12 il quale ha il compito di filtrare le numerose

golamentazione del diritto a irradiare le proprie trasmissioni sulla banda CB è stata ufficializzata nel 1973 dopo almeno 26 anni di uso diffuso e clandestino, con l'utilizzo di 23 canali, che vennero portati prima a 34 canali e poi a 40. Si noti che ovviamente alcuni canali di un 40 canali non sono presenti su un apparato a 34 canali, ma alcuni canali presenti su un apparato a 34 canali non sono presenti su un apparato a 40 canali. I canali esclusivi degli apparati a 34 canali sono destinati ad utilizzi specifici, come per esempio ausilio alla pesca o per le piccole imprese. Lo sviluppo e la richiesta di canali per scopi specifici, i cosiddetti punti 1/2/3/4 e 7 dell'art. 334, portò poi negli anni '90 ad assegnare ulteriori frequenze per questo uso attorno ai 43 MHz. Queste nuove frequenze non ebbero grande successo, sia perché rendevano necessario utilizzare nuovi apparati e nuove antenne, non utilizzabili con i CB sui 27 MHz, sia perché alla fine degli anni '90 lo sviluppo della telefonia cellulare rese molto meno popolare l'uso della CB, specie per scopi "specifici". Inoltre per utilizzo professionale ed a corto raggio, PMR 446 e LPD, sono più piccoli e maneggevoli rispetto ad un portatile per i 27 o 43 MHz ed a non soffrire di disturbi dovuti alla propagazione ionosferica. In diversi casi le associazioni di protezione civile hanno sostituito od affiancato l'uso di apparati CB con l'uso di apparati per uso civile. Anche l'utilizzo a scopo generico della banda cittadina si è di molto ridotto alla fine degli anni '90, e le frequenze un tempo piene di segnali sono spesso vuote. Per trasmettere sulla banda CB occorre inviare una denuncia di inizio attività al Ministero delle Comunicazioni e pagare una quota annua di 12 euro (nel 2006), che è indipendente dal numero di apparecchi posseduti. Gli operatori CB, come tutti gli utenti di sistemi di comunicazione deregolamentati: PMR 446, LPD e altri), non vanno confusi con i radioamatori, che invece sono sog-

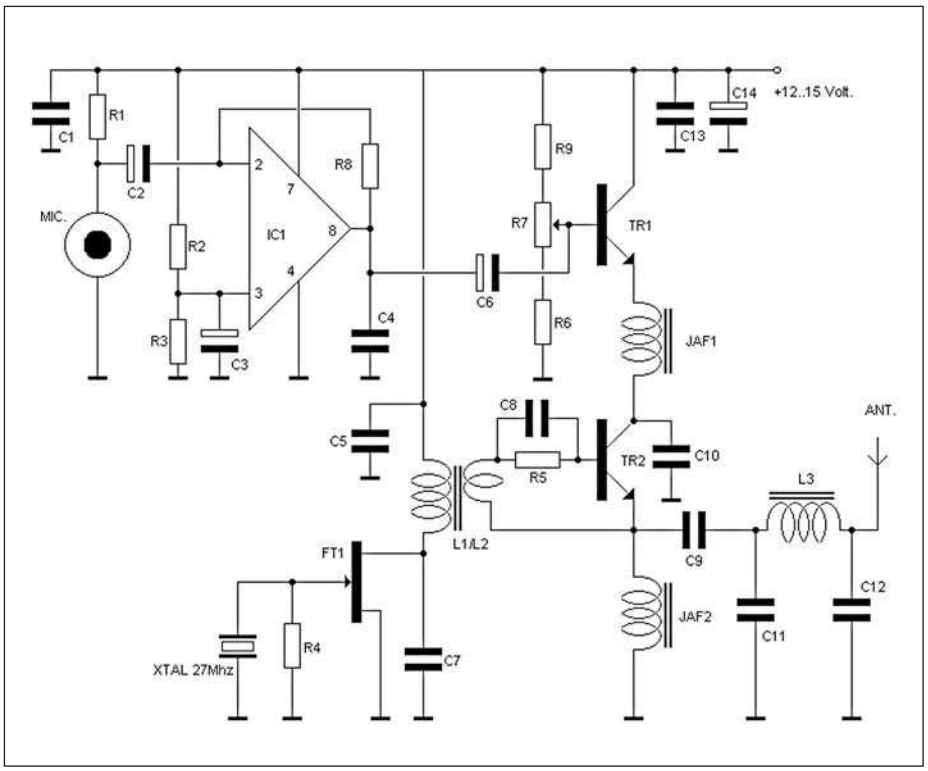


Figura 2: schema elettrico del ricevitore.

armoniche prodotte dalla particolare configurazione in cui lavora TR2.

MONTAGGIO E TARATURA

Il montaggio del circuito va fatto necessariamente su un apposito circuito stampato, come quello visibile in **figura 3**, mentre per la distribuzione dei componenti sulla basetta si può fare riferimento al piano di montaggio di **figura 4**. Gli induttori da avvolgere sono tre , L1,L2 e L3 e vanno avvolti nel seguente modo:

a) L1 va realizzata avvolgendo 15 spire di filo di rame smaltato da 0.3 mm su un supporto dal diametro di 6 mm con nucleo in ferrite regolabile, L2 va avvolta di seguito ad L1 con lo stesso tipo di filo ma effettuando solo 3 spire.

b) L3 è ottenuta avvolgendo 10 spire di filo di rame smaltato da 0.5 mm su un nucleo toroidale T37-6 (color giallo).

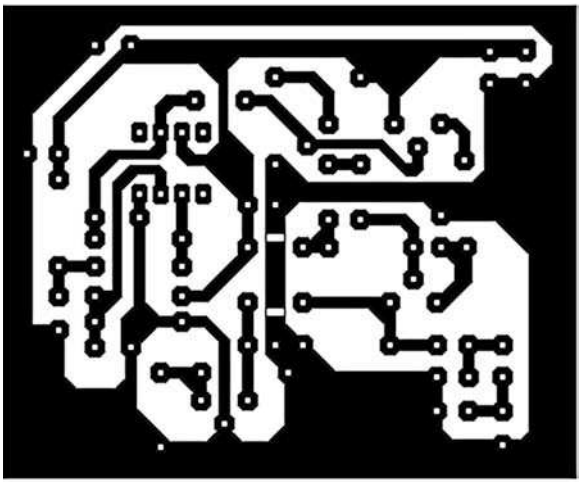
LISTA COMPONENTI

R1	10 kohm 1/4 watt
R2	10 kohm 1/4 watt
R3	10 kohm 1/4 watt
R4	100 kohm 1/4 watt
R5	100 ohm 1/4 watt
R6	15 kohm 1/4 watt
R7	47 kohm trimmer
R8	330 kohm 1/4 watt
R9	15 kohm 1/4 watt
C1	47 nf cer. 50 v.
C2	10 uf elettr. 25 v.
C3	10 uf elettr. 25 v.
C4	1 nf cer. 50 v.
C5	47 nf cer. 50 v.
C6	10 uf elettr. 25 v.
C7	33 pf cer. 50 v.
C8	1 nf cer. 50 v.
C9	1 nf cer. 50 v.
C10	4.7 nf cer 50 v.
C11	120 pf cer. 50 v.
C12	120 pf cer. 50 v.
C13	47 nf cer 50 v.
C14	47 uf elettr. 25 v.
FT1	BF245
TR1	2N2219A
TR2	2N3725A
IC1	UA741
JAF1	Vk200
JAF2	Vk200
L1/L2	15sp/3sp-0.3mm
L3	10sp-0.5mm T37-6
XTAL	27Mhz (27.215Mhz)
MIC.	Capsula microf. Pr.

La banda cittadina (segue da pagina 90)

getti ad un esame scritto per ottenere l'autorizzazione a trasmettere e che possono utilizzare una gamma molto più vasta di frequenze radio. In Italia, le apparecchiature utilizzabili devono avere una omologazione ministeriale. I tipi di modulazione ammessi sono AM, FM e SSB, questi ultimi sono per i modelli a 34 canali. La potenza massima concessa è di 4,5 watt per AM ed FM, mentre è di 12 watt di picco per la SSB. La portata degli apparati, se si usano con antenne mobili è di circa 5-10 km e può diminuire in presenza di ostacoli. In particolari condizioni di propagazione, soprattutto utilizzando antenne ad alto guadagno, è possibile tuttavia effettuare collegamenti a distanze molto maggiori, arrivando talvolta a collegamenti intercontinentali. Le radio CB omologate a 40 canali possono utilizzare un massimo di 40 frequenze fisse (canali) comprese tra 26,965 e 27,405 MHz. I canali sono organizzati con una spaziatura di 10 kHz e ci sono alcune frequenze saltate, attribuite ai radiocomandi oppure ai sistemi cercapersone, in Italia indicati rispettivamente come punto 4 e punto 5 dell'articolo 334 del D.P.R. 156/73 (detto anche Codice Postale). Questi canali vengono chiamati, in gergo, canali alpha e sono posizionati 10 kHz sopra ai canali 3, 7, 11, 15 e 19.

(fonte: Wikipedia)



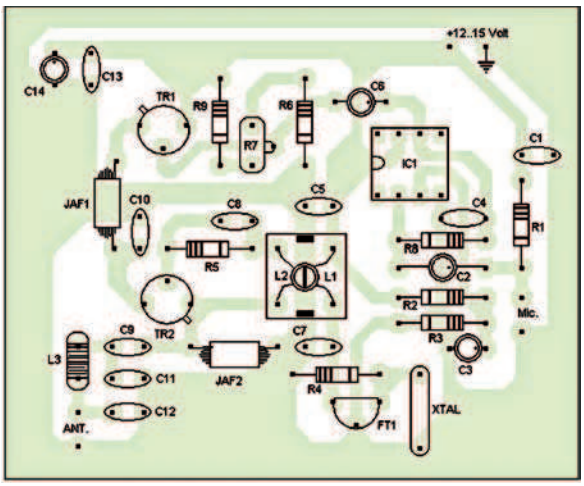


Figura 3: il circuito stampato.

Figura 4: piano di montaggio.

Figura 5: alcuni apparati ricetrasmittenti in banda CB.

Montate i componenti con molta cura stando attenti al giusto inserimento del fet e dei transistor. Applicate a TR1 e TR2 due piccole alette di raffreddamento come quelle visibili nelle foto. La taratura è molto semplice; date tensione al circuito senza aver però inserito il quarzo nel circuito, collegate una semplice sonda di carico da 50 ohm al posto dell'antenna, regolate il trimmer R7 affinché sull'emettitore di TR1 ci sia una tensione rispetto massa poco superiore alla metà della tensione di alimentazione, ad esempio 6,5V. se alimentate a 12V. Applicate ora il tester all'uscita della sonda di carico ed inserite il quarzo, senza parlare nel microfono regolate il nucleo di L1/L2 fino a leggere la più alta tensione possibile, controllate che l'oscillatore inneschi regolarmente togliendo ed reinserendo il quarzo, altrimenti regolate L1/L2 leggermente al disotto della massima lettura di tensione. Parlando sul microfono dovreste raggiungere sui picchi di modulazione, tensioni di circa 6-7,5 volt ovvero all'incirca mezzo watt, tale potenza potrà essere incrementata aumentando, ma non di molto la tensione di alimentazione (max 15-16V), con l'aiuto di un ricevitore o di un amico CB ritoccate leggermente R7 per la migliore qualità del segnale audio ricevuto. A questo punto siete pronti per andare in aria, basta collegare il trasmettitore ad un'apposita antenna per la banda CB. ❑

CODICE MIP 2772214

iRobot® Roomba®

Vacuum Cleaning Robot

Mantieni la tua casa sempre pulita
Risparmia tempo ed energia
Migliora la qualita' della tua vita

iRobot Roomba: il nuovo robot aspirapolvere pulisce regolarmente, così non devi farlo tu!

Pulire al meglio il pavimento della tua casa è una battaglia continua. Fortunatamente, i nuovi iRobot Roomba serie 500 sono stati realizzati per risparmiarti questo noioso compito e per aiutarti ogni giorno nelle tue faccende domestiche. Basta premere un pulsante ed il tuo Roomba pulirà i pavimenti in modo impeccabile, risparmiando tempo e consumando molta meno energia elettrica di quella necessaria a far funzionare un normale aspirapolvere.

Come lavora iRobot Roomba? Gli avanzati sensori e la tecnologia AWARE® robot, assicurano che questo intelligente ed efficiente robot domestico pulisca tutta l'area della stanza in cui si trova. Inoltre, di fronte a tappeti, moquette o superfici particolarmente sporche, nessuna paura! Il suo efficientissimo sistema di spazzole ed il suo intelligente metodo di aspirazione, gli permette di raccogliere anche la sporcizia più impegnativa e di pulire a fondo. iRobot Roomba pulisce perfettamente sia sotto i mobili che nelle aree difficili da raggiungere.

Basta accenderlo e lasciarlo lavorare per trovare al ritorno i pavimenti puliti ed in ordine.

Pulisce alla perfezione anche sotto i mobili

Si adatta automaticamente a pulire ogni genere di superficie

GARANZIA 24 MESI

Pulisce lungo i muri e negli angoli più stretti

Ritorna automaticamente alla base di ricarica

ELETTO PRODOTTO DELL'ANNO
I Consumatori Premiano l'Innovazione
2009

Ricerca di mercato GPMI © su una pre-selezione di prodotti innovativi presenti nella grande distribuzione italiana, condotta da TNS Infratest su 8.134 consumatori con più di 15 anni, svoltasi tra settembre e ottobre 2008. **www.prodottodellanno.it**
Categoria **PICCOLI ELETTRODOMESTICI DA CASA**

Distribuito da:
Nital

Infoline 199.124.172 info@irobot.it
www.irobot.it

CODICE MIP 2757595

ROBOTZone

92 CORSO DI MICROSOFT ROBOTICS STUDIO (parte prima)

Iniziamo da questo numero un corso su Microsoft Robotics Studio, tool di casa Microsoft utilizzato come ausilio alla progettazione e simulazione di strumenti automatici, in altre parole i robot.

di Francesco Pentella

96 ROBOT KIT (parte seconda)

Nella prima parte abbiamo mostrato le risorse hardware di RoCK e ora, in questo numero, è giunto il momento di mettere in evidenza il software/firmware che il nostro modulo automatico dispone. Vedremo anche come RoCK riesce a relazionarsi con il mondo esterno.

di Francesco Pentella

103 ROBOT EVENTS

Corso di Microsoft Robotics Studio *(parte prima)*

L'AMBIENTE

Iniziamo da questo numero un corso su Microsoft Robotics Studio, tool di casa Microsoft utilizzato come ausilio alla progettazione e simulazione di strumenti automatici, in altre parole i robot

Avolte quando ci capita di pensare ai robot tipicamente alla nostra mente appaiano immagini ispirate alla letteratura o al cinema, come ad esempio alla serie Aliens o al famoso Star Wars. L'obiettivo di questa serie di articoli è quello di descrivere il tool di casa Redmond, il Microsoft Robotics Studio o MSRS (vedi rif [1]). MSRS è una vera piattaforma di programmazione sviluppata in casa Microsoft da un piccolo gruppo di progettisti software allo scopo di rispondere alle esigenze dei semplici appassionati o per veri scopi commerciali o di studio. Grazie a MSRS è possibile sviluppare applicazioni robotiche per un'enorme varietà di piattaforme hardware. MSRS è un vero ambiente di programmazione integrato composto di diversi componenti, da un runtime in grado di offrire un'enorme varietà di servizi ad un visual authoring con un ambiente di simulazione. Non solo, MSRS fornisce anche una serie di tutorial con semplici esempi corredati da codici funzionanti pronti all'uso. L'ambiente VPL, o Visual Programming Language, permette di creare e provare programmi per applicazioni automatiche in maniera trasparente e veramente efficienti. L'approccio è visuale, nel senso che con meccanismi di drag & drop è possibile inserire componenti, che rappresentano poi servizi, e attraverso il mouse si connettono tra loro i diversi elementi. Al termine di questa fase, chiamata di definizione del design, è possibile simulare la nostra applicazione per mezzo di un modello a 3D. L'ambiente MSRS include diverse tecnologie, tra cui AGEIA PhyX della AGEIA Technology. La **tabella 2** mostra alcune applicazioni che supportano MSRS. Microsoft Robotics Studio può essere utilizzato per sviluppare applicazioni per robot con processore da 8 a 32 bit in configurazione single o multi core. Esistono poi diverse società che propongono funzionalità estese in grado di offrire librerie e servizi addizionali, a questo riguardo parliamo di funzionalità di terze parti. Nell'ambiente MSRS le applicazioni possono essere sviluppate utilizzando diversi linguaggi di programmazione incluso l'ambiente Visual Studio e Visual Studio Express (C# e VB NET), oltre a linguaggi scripting come Phython. Il tool MSRS nasce in casa Microsoft con l'obiettivo di rispondere in maniera semplice e diretta alle diverse esigenze che ogni progettista ha la necessità di risolvere. In sostanza, grazie a MSRS il progettista dispone di una serie di strumenti che permettono di agevolare il suo lavoro. Vale a dire, MSRS permette di configurare sensori e attuatori, ne consente la loro gestione in maniera asincrona, di configurare dinamicamente i componenti software utilizzati nella nostra applicazione, monitorare il robot in maniera interattiva, garantisce il riuso dei componenti software e l'accesso la condivisione delle risorse del robot in maniera trasparente e dinamica. Sicuramente i progettisti di MSRS si erano resi conto della necessità di definire il progetto trasparente, cioè di non vincolarlo a piattaforme hardware o software, ma cercare, semmai, di utilizzare un'architettura che consentisse di pilotare, gestire e di definire il disegno indipendentemente dalla piattaforma in gioco. Fino allora il design doveva far coesistere differenti piattaforme con diverse componenti software con un aumento notevole dei costi di gestione e sviluppo perché occorreva, per esempio, definire sistemi di test variegati che dovevano rispondere alle singole esigenze. Per questa ragione occorreva definire un sistema architetturale che consentisse la trasparenza del progetto per

Figura 3: applicazioni ludiche.

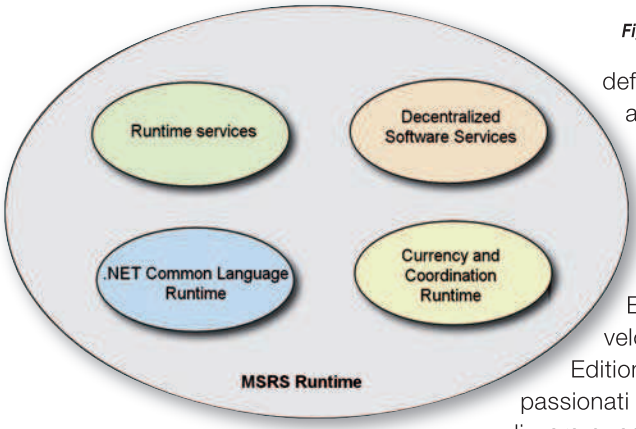


Figura 1: runtime Microsoft Robotics Studio.

non vincolare le scelte progettuali alle piattaforme rendendo i vari componenti software portabili e riutilizzabili. La risposta a tutto questo è sicuramente Microsoft Robotics Studio; infatti, il tool attraverso un'architettura aperta non vincolata è in grado di dare risposte efficienti ai diversi stimoli che un'applicazione di questo tipo richiede. È dal Giugno 2006 che Microsoft propone il suo Microsoft Robotics Studio. MSRS nasce quindi da un lavoro di un piccolo gruppo diretto da Trower, oltre ad un confronto costante e attento con la comunità robotica. Microsoft Robotics Studio si basa su diversi elementi che, insieme, ne definiscono l'architettura e il suo ambiente runtime. MSRS è distribuito in tre diverse forme: commerciale, educational o ad uso personale. In [2] sono evidenziate le distribuzioni possibili. Si parte dall'Express Edition (Microsoft Robotics Developer Studio 2008 R2 Express Edition) per studenti o semplici appassionati che vogliono imparare ad utilizzare questo strumento Microsoft e approfondire il mondo dei robot. Per utilizzare l'Express Edition basta semplicemente scaricare dal sito Microsoft l'ambiente di lavoro e procedere alla sua installazione. È possibile scaricare l'Express Edition in due modi. La più immediata è attraverso un setup online che contiene l'Express Edition ma non il framework .NET o, in alternativa, con un offline setup. Qualsiasi istituzione accademica può ottenere una Academic Edition (educational) che, tra l'altro, ha le stesse funzionalità dello Standard Edition. La tabella 1 mostra le tre differenti distribuzioni proposte da Microsoft, mentre in [2] possiamo visionare le condizioni d'uso del prodotto. In che modo possiamo interagire con MSRS? Siccome il tool si basa su il framework .NET e possiamo preferibilmente utilizzare il Microsoft Visual Studio per costruire la nostra applicazione, in questo modo diventa così possibile utilizzare un qualsiasi linguaggio supportato dal framework .NET. Per questi scopi sicuramente uno dei linguaggi più utilizzati è C# o Visual Basic .NET; infatti, la maggior parte delle applicazioni, tutorial o esempi sono distribuiti con questi linguaggi di programmazione. Non solo, con MSRS è anche possibile utilizzare linguaggi basati su script come Python. In [3] possiamo trovare tutto quello che abbiamo bisogno per utilizzare un linguaggio OOP (object-oriented) come Python distribuito secondo la classica modalità open-source. La stessa Microsoft ha definito e rilasciato una versione di Python che lavora con .NET, Iron Python. Accanto a questi classici linguaggi, la casa di Redmond fornisce anche VPL (Visual Programming Language), un linguaggio di programmazione grafica che, come abbiamo già accennato, offre un sistema originale e grafico per definire il nostro sistema; infatti, attraverso un meccanismo di drag&drop è possibile definire e relazionare componenti in forma visuale. Inoltre, qualsiasi programma scritto in VPL può essere facilmente convertito in un'applicazione C#.

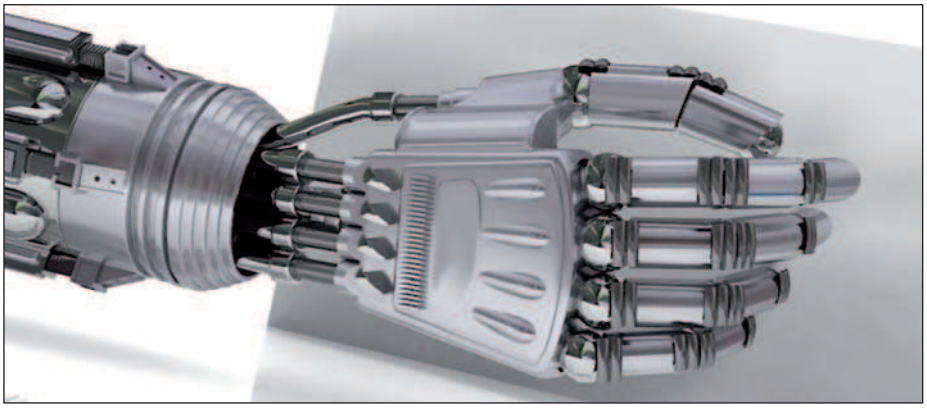


Figura 2: mano per Robot.

IL RUNTIME DI MICROSOFT ROBOTICS STUDIO

Il runtime di MSRS è in grado di supportare un'enorme varietà di piattaforme hardware mediante una connessione diretta dal nostro target verso una comune piat-

TABELLA 1 – DISTRIBUZIONI MICROSOFT ROBOTICA STUDIO

PRODOTTO	COSTO	USO E CONDIZIONI
Express Edition	Free	Il prodotto non permette la ridistribuzione
Standard Edition	$399 Acquisto online	È consentito la distribuzione fino a 200 copie di componenti prodotti dall'ambiente di lavoro
Accademic Edition	Free	Ha le stesse caratteristiche della versione commerciale ma è fornito a istituzioni accreditate che siglano un accordo particolare con Microsoft

taforma di lavoro, un PC hosted, utilizzando diverse varietà di interfacce fisiche, da una semplice linea seriale a bassa velocità (Rs-232) o USB fino a connessioni di tipo Bluetooth. In definitiva, il runtime è stato realizzato per supportare qualsiasi applicazione indipendentemente dal tipo di stimolo applicato al nostro robot; in modo particolare, permette di utilizzare una varietà di piattaforme Windows supportate dal framework .NET, così come Windows CE Compact framework. Il runtime è composto da due componenti principali che facilitano la costruzione, la gestione, il monitoring e l'esecuzione delle applicazioni. L'approccio definito dal team di sviluppo di Microsoft Robotics Studio è di tipo modulare, in questo modo si facilita l'integrazione di diversi componenti in maniera trasparente per mezzo di strumenti visuali che poggiano le loro funzionalità sulla programmazione ad oggetti. Non solo, le applicazioni costruite con MSRS funzioneranno anche sul Web o all'interno di reti Intranet come una collezione di servizi che coesisteranno con quelli già presenti nella rete. All'interno di questa sezione vedremo sommariamente le diverse componenti che costituiscono l'ambiente runtime di MSRS.

Runtime

Il runtime è formato da tre diversi strati così come mostrato in **figura 1**: Concurrency and Coordination Runtime (CCR), Decentralized Software Services (DSS) e .NET Common Language Runtime (CLR) 2.0. Lo strato CCR è utilizzato per coordinare processi asincroni e la concorrenzialità all'interno della nostra applicazione. Il Concurrency e Coordination Runtime è un modello basato su messaggi. Al contrario, il DSS è utilizzato per gestire e coordinare i processi all'interno del Web o in una rete Intranet: questo è uno strato definito come service-oriented in grado di gestire la nostra applicazione con i servizi Web. Infine, il CLR è il cuore del sistema ed è utilizzato per accedere alla piattaforma .NET.

Concurrency & Coordinatio runtime (CCR)

In sostanza il CCR è una libreria .NET messa a disposizione alla nostra applicazione per sfruttare la gestione dei processi asincroni; in questo modo, il multithreading del nostro disegno è reso trasparente. Il CCR è contenuto in una libreria DLL accessibile da qualsiasi linguaggio compatibili .NET 2.0 CLR. I servizi forniti dal CCR prevedono l'uso di semafori, unità di esecuzione (thread) o la gestione di messaggi attraverso la concorrenza. Questa parte è di estrema importanza perché permette di gestire i moduli esterni con estrema precisione e flessibilità. È possibile ad esempio, mediante operazioni asincrone, gestire la concorrenza delle acquisizioni o delle anomalie parziali di sezioni hardware o software. Non solo, attraverso CCR è anche possibile definire il progetto per mezzo di moduli o componenti sviluppati, magari, con diversi linguaggi di programmazione, ma che utilizzano, magari, librerie comuni. Questo approccio facilita lo sviluppo e l'integrazione ed è particolarmente indicato nel mondo della robotica dove la gestione di processi asincroni è di estrema importanza. Infatti, il semplice movimento implica una costante interazione con l'ambiente circostante che deve essere fatto in maniera trasparente con l'applicazione. Per svolgere correttamente il suo compito è necessario definire, per l'appunto, meccanismi di sincronizzazione o di gestione di eventi esterni in maniera asincrona. Le applicazioni robotiche sono tipicamente equipaggiate con sensori in grado di acquisire informazioni esterne (pensiamo alla temperatura o alle informazioni GPS utilizzate per il movimento), ma anche orientate alla gestione di attuatori utilizzati per far compiere movimenti alla nostra applicazione. In definitiva, attraverso il modulo CCR sono gestite tutte le possibili interazioni tra i thread che poi sono gli elementi indispensabili per gestire il nostro robot con efficienza. L'alternativa è quella di creare direttamente questa libreria attraverso meccanismi di callback e con politiche idonee per la gestione dei processi alfine di evitare situazioni critiche, quali il loro blocco su operazioni asincrone. In realtà perché poi dovremo costruire qualcosa di simile se già abbiamo a nostra disposizione una libreria che fa al caso nostro?

Decentralized Software Services (DSS)

DSS è un altro modulo di estrema importanza; infatti, è attraverso il Decentralized Software Services che la nostra applicazione interagisce con i servizi real-time. Il cuore di tutto questo è il Representational State Transfer (o REST). Il REST permette di sfruttare la tecnologia Web attraverso un insieme di regole che permettono di accedere alle risorse in rete, il cosiddetto stateless environment. Ogni richiesta risulta indipendente dall'ultima. Infatti, per mezzo di .NET lo sviluppatore può utilizzare variabili per inserirvi informazioni tra le richieste poiché ogni richiesta è indipen-

TABELLA 2 – ALCUNE APPLICAZIONI CHE SUPPORTANO MSRS

ROBOT	DESCRIZIONE
Parallax Boe-Bot BASIC Stamp Robot	Parallax propone differenti modelli che supportano MSRS. Si va dai modelli più semplici a quelli . che richiedono particolari conoscenze
Roomba	Questi robot permettono di essere utilizzati in ambiente MSRS. Dispongono poi di diverse periferiche e sensori.
LEGO Mindstorms NXT	LEGO offre diversi strumenti di lavoro e robot, con processori a 32-bit, controllabili in remoto attraverso un Bluetooth. I robot di Lego dispongono anche di diversi sensori.
Fischertechnik	I robot offerti da questa casa di produzione sono compatibili con MSRS.
Kondo KHR-1	Questo robot di produzione giapponese è in grado di combattere e può essere utilizzato nelle competizioni.

Figura 4: uso nelle applicazioni mediche.

dente dall'altra. Il REST permette di specificare le risorse che devono essere utilizzate e le informazioni che devono essere trasmette attraverso il network. In questo modo, le varie connessioni Web sono stratificate, cacheable e facilmente scalabili. Per operare con i nostri robot in maniera remota, la suite MSRS ha la necessità di disporre diverse soluzioni distribuite che operano con efficienza e trasparenza. L'uso della tecnologia REST, in questo senso, è seriamente giustificata perché permette di collegarsi al Web senza difficoltà; inoltre, il REST è integrato con l'http (Hypertext Transfer Protocol) e l'XML (Extensible Markup Language). Non solo, all'interno di MSRS è presente un protocollo di trasporto modo flessibile in grado di definire uno scenario distribuito in una piattaforma indipendente. Questo protocollo di trasporto è chiamato SOAP (Simple Object Access Protocol). Uno dei motivi per apprezzare il ruolo del SOAP è certamente l'uso delle "subscriptions", vale a dire un servizio in grado di ricevere notifiche da eventi. In questo contesto, un servizio, accessibile su una rete locale mediante una Uniform Resource Identifier, è l'elemento fondamentale di ogni applicazione MSRS. Lo strato DSS offre anche un servizio di trasporto su TCP (Transmission Control Protocol). Grazie alla sua presenza l'applicazione ne ottiene un discreto vantaggio prestazionale perché utilizza una quota minima di CPU. Il servizio permette anche il controllo remoto, attraverso un browser web, del nostro robot. Il protocollo di trasporto è utilizzato insieme a HTTP/XML. Si ricorda che il DSS è complementare a HTTP e non è assolutamente sostitutivo.

Decentralized Software Services Protocol (DSSP)

La suite Microsoft Robotics Studio offre, come abbiamo già scritto, un protocollo SOAP identificato come Decentralized Software Services Protocol (DSSP). Il protocollo DSSP è stato realizzato appositamente per MSRS come estensione di HTTP per offrire un metodo alternativo per le operazioni su messaggi. Così, nell'ambito di HTTP l'operazione GET può, per esempio, restituire uno stream di dati in formato raw. Con MSRS, la stessa operazione può essere utilizzata per gestire dati spediti da un altro dispositivo (servizio) come SOAP message. Il vantaggio principale di una gestione del genere è di lavorare con un unico gestore allo scopo di inviare messaggi tra servizi. DSSP può essere sostituito a HTTP, o meglio i servizi forniti da HTTP, come GET, POST, PUT o QUERY possono essere rimpiazzati uno ad uno. Il protocollo DSSP offre, inoltre, ulteriori operazioni specificatamente realizzate per MSRS. Ad esempio, le varie "subscription" possono essere facilmente gestite con il meccanismo delle notifiche. Infatti, il protocollo HTTP non permette una operazione SUBSCRIBE, come invece consente in ambito DSSP. Per questa ragione è possibile, senza dubbio, affermare che DSSP non è sostituibile a http, ma ne offre un'estensione altrettanto interessante.

Visual Simulation Environment (VSE)

VSE consente ad ogni sviluppatore di simulare la propria applicazione senza la presenza di un robot o di una circuiteria reale, in questo modo possiamo verificare tutte le possibili interazioni con l'ambiente. L'ambiente di simulazione si basa su AGEIA PhyX engine e utilizza le librerie DirectX e XNA: la macchina da simulare utilizza le prerogative di DirectX (pixel/vertex shader). Un approccio di questo tipo è decisamente interessante per studenti o semplici appassionati che non dispongono dell'hardware ma che vogliono comunque gestire e verificare un'applicazione di questo tipo unicamente con un ambiente di simulazione. Non solo, le prerogative di VSE possono essere anche utilizzate in fase di definizione dei prototipi. VSE lavora attraverso l'uso di entità e servizi. Le entità sono oggetti che assumono diversi significati in base al contesto. Un'entità può essere, per esempio, un oggetto fisico, come un robot, un ostacolo o qualsiasi altro oggetto. I servizi, invece, particolari interfacce utilizzate per muovere il robot e acquisire dati. In VSE esiste il concetto di "orchestration services", in pratica un gruppo di servizi coordinati tra loro.

CONCLUSIONE

In che modo interagiscono le diverse componenti della nostra applicazione? Quali sono le caratteristica che deve avere? Queste sono alcune domande a cui daremo risposta nella prossima puntata. Infatti, vedremo le caratteristiche della piattaforma .NET, la programmazione ad oggetti e C#, uno dei tipici linguaggi utilizzati in applicazioni del genere. ❑

CODICE MIP 2771764

SITO WEB
http://www.parallax.com

http://www.store.irobot.com

http://shop.lego.com

http://www.fischertechnik.com

http://www.robotshop.ca

Robot Kit *(parte seconda)*

il SOFTWARE

Nella prima parte abbiamo mostrato le risorse hardware di RoCK e ora, in questo numero, è giunto il momento di mettere in evidenza il software/firmware che il nostro modulo automatico dispone. Vedremo anche come RoCK riesce a relazionarsi con il mondo esterno

Nello scorso numero si è introdotto il modulo RoCK da un punto di vista hardware; si sono posti, infatti, in evidenza le parti circuitali. Il Robot Conversion Kit, o RoCK, è un modulo elettronico in grado di comportarsi come un elemento automatico, robot, in grado di prendere proprie decisioni e di relazionarsi con il mondo esterno. Alla domanda, in che modo RoCK riesce a relazionarsi con gli oggetti che gli stanno attorno? Certamente, si potrà rispondere che RoCK riesce a comportarsi secondo le tecniche della programmazione orientata al comportamento. Ma di che cosa si tratta? Quante volte abbiamo osservato il comportamento degli animali, in particolare degli insetti? Tutte le volte, con probabilità, ci siamo soffermati sul loro banale comportamento; cioè, il loro, apparente, vagare senza una precisa meta. In realtà, recenti studi hanno messo in evidenza che il comportamento degli insetti non è così banale come si può credere in un primo momento. È quello, infatti, che riesce a coniugare il movimento degli apparati automatici con la conformazione del suolo o dell'ambiente. RoCK rappresenta sicuramente un valido esempio su come si è riusciti a coniugare questi aspetti: le esigenze della tecnologia con la valida gestione di un oggetto inanimato con il suo ambiente fisico. In questo numero cercheremo di mettere in evidenza

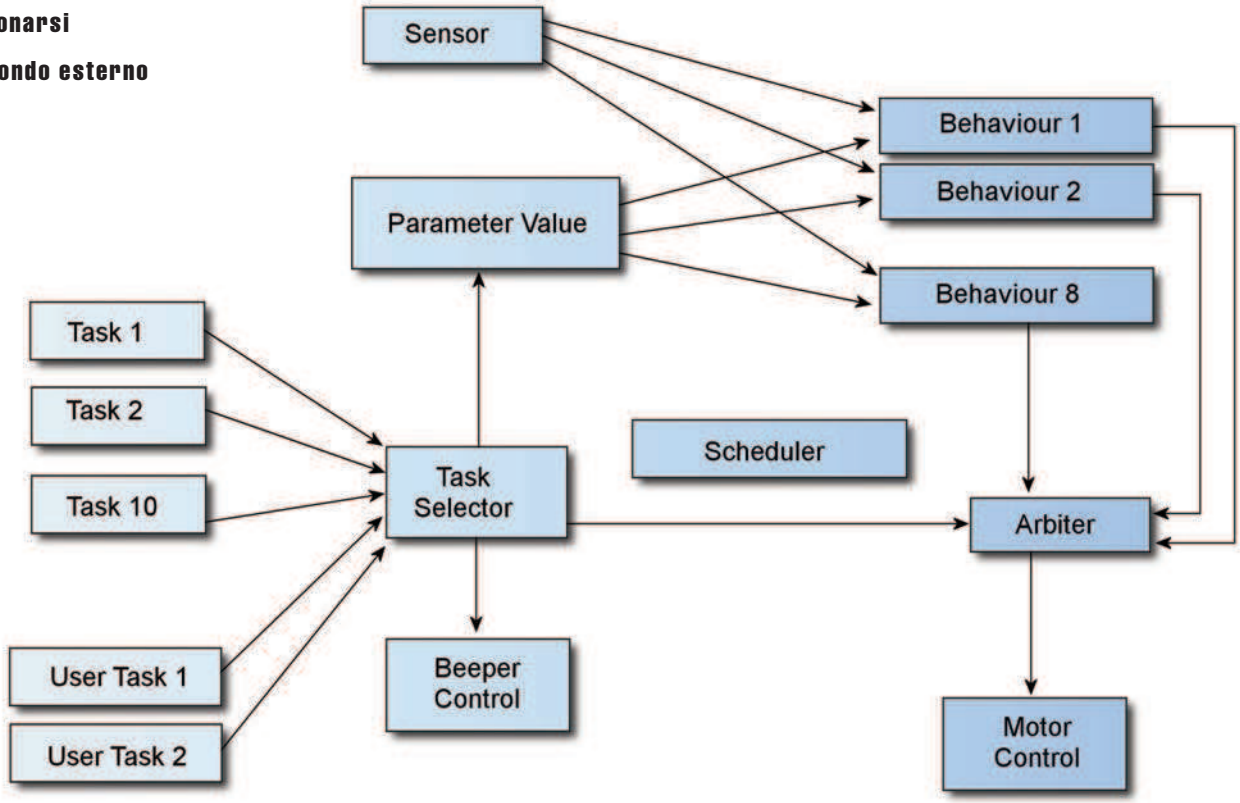
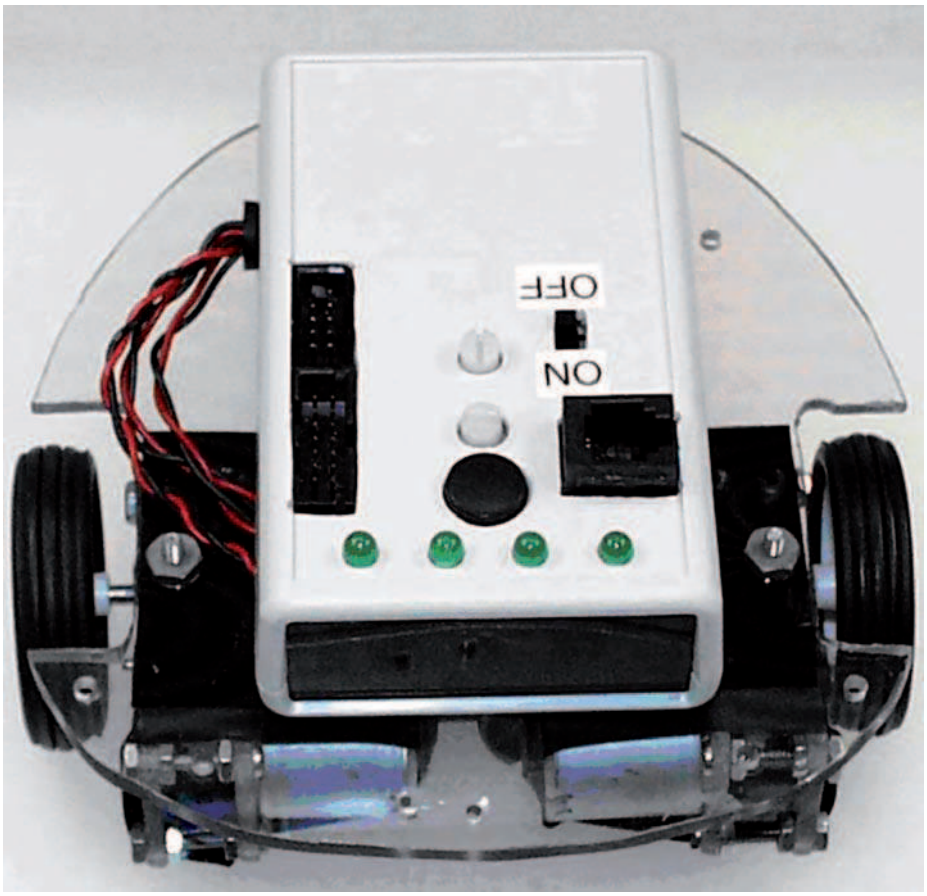


Figura 1: diagramma del software.



quanto detto utilizzando il software di RoCK come caso studio.

SIMULARE IL COMPORTAMENTO

Oggi si tende a definire il comportamento di un sistema automatico ispirandosi al mondo animale. Così, il comportamento di RoCK è ispirato alle attività di un insetto. Da più parti un sistema di questo tipo è anche chiamato programmazione orientata al comportamento. È una cosa certamente risaputa: gli insetti sono in grado di comportamenti sorprendenti. Più volte gli etologi hanno posto l'attenzione su questi meccanismi. Gli insetti sono in grado di viaggiare adattandosi alla conformazione del suolo, trovano cibo e riescono a sfuggire a predatori di gran lunga superiori in forza e grandezza. Per portare a termine il loro compito non utilizzano elaboratori sofisticati e non hanno a disposizione sistemi automatici di calcolo e simulazione, ma utilizzano uno schema di comportamento che oggi la tecnologia sta cercando di emulare. Di per sé non è un concetto nuovo; infatti, è dalla metà degli anni '80 che i ricercatori stanno svolgendo studi nel settore per cercare di migliorare il rapporto tra elementi automatici e ambiente circostante. Esiste infatti una differenza notevole tra un robot e un insetto. Un elemento automatico, robot, riesce a inserirsi senza problemi in un ambiente statico dove ogni oggetto è descritto secondo determinate relazioni ed è programmato per compiere un determinato lavoro. Ogni modifica all'ambiente implica la riprogrammazione del robot per acquisire la nuova conformazione del suolo e degli elementi che vi sono presenti. Un insetto o una lumaca, invece, anche se l'ambiente cambia, riescono in ogni caso ad interagire in qualsiasi condizione pur non possedendo un'elevata intelligenza. Per questa ragione le ricerche si stanno indirizzando verso soluzioni di tipo automatiche in grado di interagire con il mondo esterno. Il primo schema di programmazione fu proposto da Brooks nel 1986. In che cosa consiste questo nuovo modello di programmazione? Un sistema comportamentale di questo tipo si basa su semplici comportamenti indipendenti, definiti comportamenti primitivi. Ognuno di questi ha da sé un'area d'expertise, ma, nel frattempo, nessun comportamento, preso da solo, offre tutto il grado di controllo che il robot ha bisogno per portare a termine un determinato lavoro. Ad ogni modo, quando una serie di comportamenti sono messi insieme tanto da produrre un comportamento più complesso, allora si definisce un nuovo comportamento definito globale. I robot comportamentali possono reagire in maniera rapida alle modiche del loro ambiente. Possono, infatti, rispondere a situazioni inaspettate adattando rapidamente il comportamento senza richiedere grosse capacità di calcolo. Un approccio di questo tipo si può paragonare ad un sistema esperto di tipo primitivo. Esistono situazioni dove il robot è in grado di compiere un'insieme limitato di azioni, mentre in altre può rimanere apparentemente fermo perché, magari, non sa che cosa fare. I robot di questo tipo hanno la caratteristica di svolgere comportamenti primitivi, cioè possono essere rapidamente programmati con la richiesta di poche risorse fisiche (in termini di memoria ram e di codice). Un comportamento complesso è in realtà l'insieme di quelli primitivi. RoCK basa il suo funzionamento sul modulo funzionale chiamato Arbiter, o arbitro. Questo modulo funzionale deve scegliere, in base agli stimoli ricevuti, un'azione da intraprendere, ad esempio può decidere di incrementare la velocità del motore. L'implementazione scelta in RoCK è di tipo Arbiter a priorità fissa. In altre parole, l'Arbiter decide il comportamento da prendere in base alla priorità del comportamento stesso. Il comportamento a priorità più bassa è ignorato.

IL SOFTWARE

La **figura 1** mostra la struttura software di RoCK. Il software è scritto in C ed è compilato sotto l'ambiente ImageCraft ICCAVR, ma non ci sono problemi per adattare il codice verso un altro ambiente di la-

voro. É possibile utilizzare l'ambiente di simulazione AVR Studio per verificare il comportamento del nostro robot. Dalla figura vediamo che i comportamenti primitivi sono sempre eseguiti. Dei sensori valutano costantemente un insieme di dati per calcolare la velocità da tenere e la presenza di ostacoli. La sezione Arbiter decide, in base alle informazioni acquisite, quale comportamento tenere. La decisione è presa in base ad una lista prioritaria attraverso un selettore. Esistono poi gli "User Task" (task decisi dall'utente). Questi operano in maniera identica come gli altri task presenti nel sistema. Le informazioni associati ai task sono posti in memoria EEPROM o RAM a seconda della scelta del programmatore. La figura pone in evidenza uno schedulatore. Lo schedulatore è un meccanismo software sempre attivo utilizzato per decidere le azioni da intraprendere in base ai valori dei sensori e del compito da svolgere. Dal sito della rivista è possibile scaricare tutto il software di RoCK. Vediamo ora schematicamente alcuni blocchi funzionali.

Behaviors

I behaviors, o comportamenti, sono particolari meccanismi automatici che il robot riesce ad instaurare secondo gli stimoli che riceve. I comportamenti trasformano l'ingresso dei sensori in comandi verso il motore. I comportamenti del robot sono eseguiti in modo tale che le azioni danno l'illusione del parallelismo. Il robot acquisisce continuamente le informazioni dai sensori, per poi elaborarle successivamente. Una volta elaborate adatta gli stimoli acquisiti all'ambiente.

LISTATO **1**

```
 interfaccia seriale

void init_serial (void) {                    // Initialize serial communications
//  DDRD = BIT(DDD1);                        // Make serial_out an output
  PORTD = 0x01;                              // Activate pullup resistor
  UBRR = 51;                                 // 9600 Baud assuming 8Mhz Xtal
  UCR  = BIT(RXCIE) | BIT(RXEN) | BIT(TXEN); // Xmit, Rcv, intrpt enabled
  }

// Serial line receive interrupt routine
void serial_rcv(void) {                      // Called only when a byte is in UDR
//  register unsigned char uc;               // Make a local register for temp storage
  s_ndx++;                                   // Byte just received, advance state (pointer)
  if (s_ndx == 1) {                          // Just received 1st byte => flag and hi addr
    srw_flag = 0x80 & UDR;                   // Grab flag
        s_adr_hi = 0x03 & UDR; }             // Grab highest two bits of address
  else if (s_ndx == 2) {                     // Just received 2nd byte => low address
    s_adr_lo = UDR; }                        // Save low address
  else { // if (s_ndx == 3)                  // Serial input complete, data or dummy in UDR
    s_ndx = 0;                               // Reset for next time
        s_dat = UDR;                         // This is the data we want to write
        asm("push r25");                     // Manual allocation, ICC's dosen't work in v6.22b
    asm("push r26");                         // Push X lo
        asm("push r27");                     // Push X hi
        asm("lds r27,%s_adr_hi");            // High part addr into X
        asm("lds r26,%s_adr_lo");            // Low part addr into X
        if (srw_flag) {                      // Non-zero => write
          asm("lds r25,%s_dat");             // Move data to reg so we can store it
          asm("st X,r25");                   // Store data to given addr
          asm("ld r25,X");                   // Read back the data just stored
          asm("sts %s_dat,r25");             // Write data to serial data variable
        }
        else {                               // srw_flag = 0 => read
          asm("ld r25,X");                   // Use addr in X to move data into reg
          asm("sts %s_dat,r25");             // Save data in local var
        }
        UDR = s_dat;                         // Report value just read or written to host
        asm("pop r27");                      // Restore X register hi
        asm("pop r26");                      // Restore X register lo
        asm("pop r25");                      // Restore temp register
        }
  }
```

area:oam.biz

BANCA PARTNER
CASSA DI RISPARMIO DEL FRIULI VENEZIA GIULIA

WWW.RADIOAMATOREPORDENONE.IT

RADIO AMATORE HI-FI CAR

PORDENONE 30 APRILE / 1 - 2 MAGGIO 2010

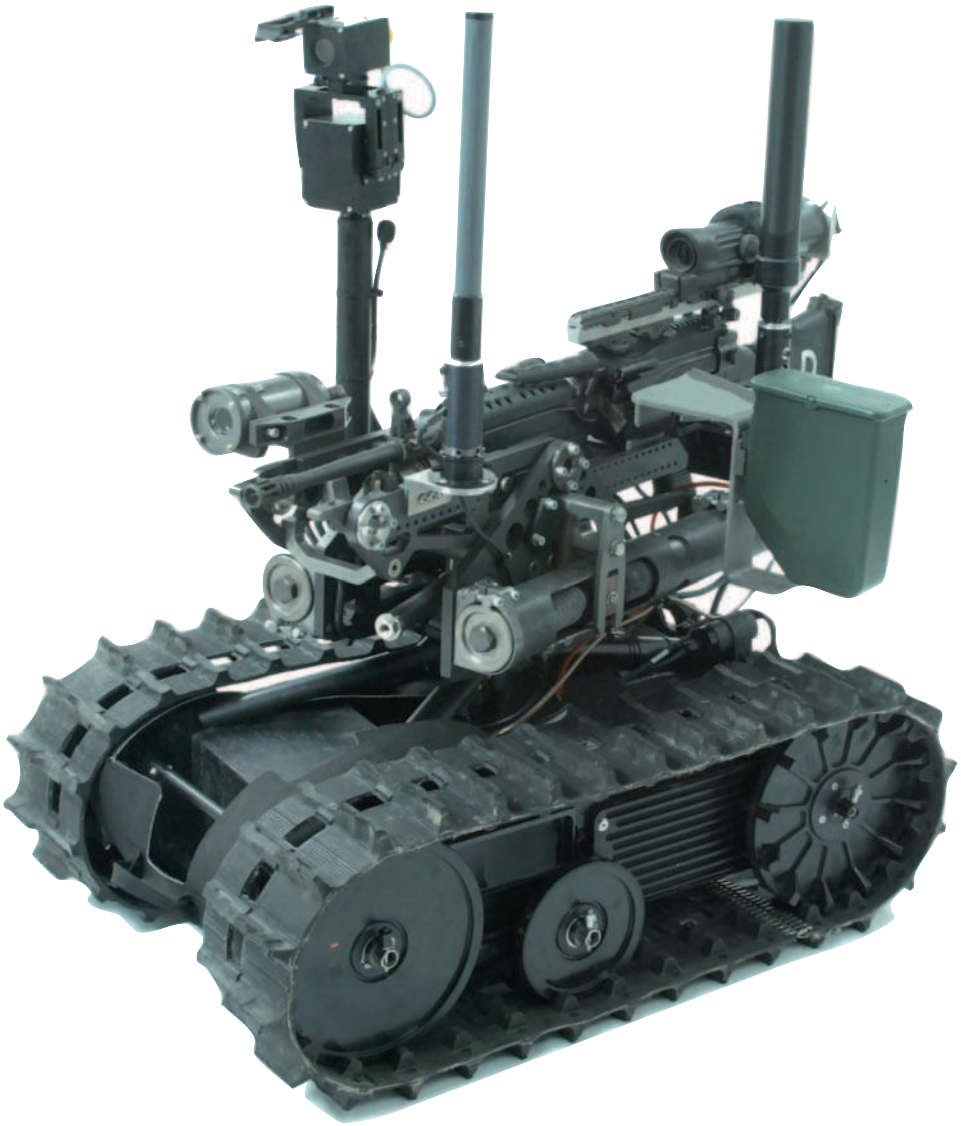
VENERDI E SABATO 09.00 - 18.30 DOMENICA 09.00 - 18.00

CODICE MIP 2780804

La fiera numero uno in Italia del Radioamatore.
45ª Elettronica, Informatica & Hi-Fi Car.
PER CHI NON HA ALTRO IN TESTA.

Pordenone Fiere
Fiera dell'Euroregione

GIFS
Gruppo delle Fiere Storiche di elettronica e radiantismo



Arbiter
Questo modulo funzionale è utilizzato per decidere il comportamento da inviare ai motori.

Task
Ogni comportamento espresso dalla lista prioritaria esplicita un determinato compito insieme a parametri definiti e ricavati dai sensori. Un task, in questo senso, rappresenta un vero e proprio lavoro che il robot deve svolgere. Il robot permette ad ogni task di svolgere un controllo diretto verso l'user potentiometer. In questo modo è possibile adattarsi ad un determinato comportamento (ad esempio, velocità) senza per questo collegare il nostro robot ad un dispositivo di controllo remoto.

Shedulatore
È attraverso lo schedulatore che si da l'illusione del parallelismo delle unità di esecuzione. RoCK implementa un tipo di parallelismo conosciuto come cooperative multitasking. In questo meccanismo ciascun elemento (comportamento, arbiter, funzioni sui sensori…) operano in pseudoparallelo per un breve periodo per poi passare il controllo allo schedulatore. Lo schedulatore pone in esecuzione il modulo software associato all'evento. Un sistema del genere introduce poco overhead nel sistema. Lo schedulatore è messo in esecuzione 500 volte in un secondo.

Task selector
Il Task Selector è un particolare meccanismo che permette di selezionare un determinato compito. Sono presenti una serie di LED che si illuminano in base alla funzionalità selezionata. La scelta può essere fatta dall'utente per mezzo di un interruttore.

TABELLA 1 – TASK PREDEFINITI

INDICE	TASK	COMPORTAMENTO
1	Theremin	Beeper
2	Waltz	Escape, Dance
3	Wimp	Escape, IR_follow
4	Schizoid	Escape, Boston, Cruise
5	Pounce	Escape, IR_follow
6	Moth	Escape, VL_follow
7	Mouse	Escape, IR_follow, Cruise
8	Chicken	Escape, IR_follow, Cruise
9	Roach	Escape, VL_follow, IR_follow
10	Remote	Joystick
11-14	User	(programmable)

TASK PREDEFINITI
I task presenti in RoCK sono evidenziati in **tabella 1** con i relativi comportamenti associati. L'indice è l'elemento utilizzato per scegliere il comportamento desiderato. Vediamo alcuni comportamenti implementati in RoCK. Il Theremin è il solo task che non ha nessun impatto sul movimento di RoCK. Questo particolare task utilizza le fotocellule e il beeper per simulare uno strumento musicale elettronico. Con Mouse il robot si muove lungo il muro. Grazie alla presenza dei sensori IR

il robot riesce a viaggiare lungo il muro superando ostacoli e curve. Con il task Chicken il robot utilizza i sensori per giocare. Il robot si muove e cerca di evitare gli ostacoli spostando il suo asse. Inoltre, con Roach il robot si pone in uno stato di attesa attiva. Ad ogni occorrenza di una sorgente luminosa, RoCK si muove verso una zona d'ombra fino a quando non risulta sufficientemente nascosto. Giunto in una zona d'ombra il robot si ferma e rimette in attesa. Un altro task è Remote. Con Remote si controlla in remoto il robot attraverso un host computer. Si implementa il controllo remoto solo con il comportamento del Joystick. In questo caso, la responsabilità del movimento del robot è unicamente dell'utente. Infine, con User Tasks si identificano dei particolari task utilizzati dall'utente per configurare particolari movimenti o definire azioni per mezzo del computer host. In sostanza, l'User Task è un task definito dall'utente,

TASK PRIMITIVI

I task primitivi implementati in RoCK sono messi in evidenza nella **tabella 2**. Ora, vediamo alcuni comportamenti primitivi presenti in RoCK.

Boston

Questo comportamento primitivo muove il robot in maniera casuale, senza un'apparente logica. Il parametro time_between_events specifica il numero di secondi tra ogni evento. Al contrario, il parametro event_duration determina la lunghezza di ogni movimento. È inserito un fattore casuale per simulare un comportamento non regolare.

Cruise

In questa modalità il robot ignora tutti i sensori e fa muovere il robot ad una velocità continua. Con il parametro pc_dir si definisce la direzione desiderata o l'angolo di svolta.

Escare

Il comportamento di questo tipo tenta di districare il robot dopo una collisione con un ostacolo. A ogni collisione, il comportamento Escape comanda il robot di intraprendere le azioni che servono a districarsi dall'ostacolo. Il parametro permette di impostare la durata di ogni singola azione.

INTERFACCIA SERIALE

Allo scopo di garantire l'aggiornamento e il monitoraggio delle attività del nostro robot può essere possibile definire un protocollo di comunicazione tra RoCK e un host computer, **listato 1**. A questo scopo è stato definito un apposito protocollo denominato 3BP. Secondo il protocollo, è il computer host che decide lo scambio dei messaggi. Ogni transazione è composta da operazioni di lettura/scrittura in memoria, da accessi alle variabili di sistema o alle line di I/O. Secondo il protocollo, il sistema host spedisce un gruppo di tre byte, comando, su una linea seriale al processore AVR. Ad ogni comando ne consegue una risposta; infatti, il processore deve spedire, una volta processato il comando in ingresso, un byte. Il processore gestisce l'acquisizione dei tre byte in ingresso attraverso una ISR (Interrupt Service Routine) mediante il segnale RXC. La routine dell'interrupt utilizza un puntatore in memoria come indice di una struttura dati: ogni byte acquisito andrà inserito nella struttura. Quando anche il terzo byte sarà processato, la ISR dovrà inviare un byte di risposta al computer host. Esistono due azioni che il computer host può richiedere al processore. In prima ipotesi, il computer host può richiedere al processore AVR un comando di scrittura, Write, in memoria. In questo caso, la ISR tratterà i primi due byte come indirizzo della locazione di memoria e il terzo byte conterrà, invece, il dato che vi dovrà essere scritto. Il protocollo prevede che ad ogni operazione di scrittura deve corrispondere, come risposta, il mirror dell'operazione richiesta. L'operazione Read, invece, richiede, come risposta, l'invio verso il computer host, del contenuto dell'indirizzo in memoria (registro UDR). Le locazioni di RAM, i registri di controllo e i registri general purpose occupano le locazioni di memoria da 0 a 0x025F: per questa ragione occorrono solo dieci byte per pilotare ogni locazione. Il formato del protocollo 3BP è così rappresentato:

Byte 1: [X——-ab]
Byte 2: [cccccccc]
Byte 3: [dddddddd]

Così, con X si identifica l'operazione richiesta (0 per le operazioni di lettura o 1 per quelle di scrittura), mentre con i caratteri successivi sono rappresentati i bit che non sono interpretati perché non interessati al trattamento dell'informazione. Il carattere a e b rappresentano i due bit più significativi dell'indirizzo. I caratteri c, al contrario indicano gli otto bit meno significativi. Il processore AVR ignora il terzo byte nelle operazioni di lettura. Il flusso di dati verso un computer host ha il seguente formato:

Byte 1: [eeeeeeee]

In questo caso la risposta del processore è codificato su un byte. ❑

TABELLA 2 – TASK PRIMITIVI

INDICE	COMPORTAMENTO	PARAMETRI
1	Dance	dance_tune_index, tempo, speed
2	IR_follow	speed, nine gain parameters (see text)
3	VL_follow	speed, nine gain parameters (see text)
4	Boston	time_between_events, event_duration,
5	Cruise	speed, turn_angle
6	Escape	backup_dist, spin_dist, fwd_dist
7	Joystick	turn_angle, speed
8	Beeper	source, tempo

CODICE MIP 2756959

15-17 aprile 2010

ROBOT CUP JR

La "Rete di scuole per la Robocup Jr Italia" è nata per promuovere anche in Italia la robotica educativa e l'uso didattico della robotica. Incoraggiata dal successo della prima edizione, organizza per l'a.s. 2009/10:

1. la Seconda Gara nazionale ROBOCUP JR ITALIA 2010

2. il Primo Seminario scientifico ROBOSCUOLA 2010

che si terranno a Vicenza dal 15 al 17 aprile 2010.

Possono partecipare tutti gli Istituti di Istruzione Superiore statali e paritari italiani, e le Scuole e i Centri di Formazione riconosciuti dagli Assessorati alla Formazione professionale delle Regioni italiane. Le gare previste sono: Dance (Danza), Rescue (Ricerca dispersi), Soccer B (Calcio con fallo laterale). Le domande di iscrizione andranno presentate online da sabato 9 gennaio a sabato 14 febbraio 2010 accedendo al sito www.robocupjr.it.

CALL FOR PAPERS

Per valorizzare le esperienze didattiche dei docenti, pubblicando soluzioni e programmazioni attente ai curricula e agli apprendimenti degli studenti, La "Rete di scuole per la Robocup Jr Italia" emana una Call for Papers nazionale rivolto agli insegnanti di ogni ordine e grado che impiegano robot per la didattica curricolare e/o extracurricolare. ROBOSCUOLA si propone di fornire un quadro aggiornato delle ricerche, delle soluzioni innovative e delle esperienze in atto nel settore della Robotica applicata alla Didattica, nei diversi domini e nei molteplici contesti di apprendimento. L'edizione di ROBOSCUOLA (Vicenza, 15 aprile 2010) è associata alla Manifestazione nazionale Robocup Jr Italia 2010 che si terrà a Vicenza dal 15 al 17 aprile 2010, permettendo così ai docenti di conciliare la sessione scientifica alla eventuale partecipazione alle gare dei propri studenti. Le due manifestazioni intendono creare occasioni di confronto e discussione sul valore aggiunto che attività laboratoriali centrate sulla Robotica possono apportare nei processi educativi e alla scuola italiana.

TEMI ED ARGOMENTI DEL CONVEGNO

I temi e gli argomenti di confronto e discussione, scelti per la Prima edizione 2010, sono i seguenti:

A. Esperienze di Robotica educativa nella scuola primaria

B. Progetti di impiego curricolare della Robotica nella scuola secondaria tecnica e professionale

C. Esperienze di Robotica educativa e impieghi didattici nella scuola secondaria liceale

D. Il laboratorio di robotica per l'integrazione e le pari opportunità

MODALITÀ DI INVIO DELLE PROPOSTE

Le proposte, originali e non pubblicate in precedenza, devono essere inviate esclusivamente nel formato digitale (documento RTF o DOC) e nel rispetto del format descritto nel sito web del Convegno, all'indirizzo di posta elettronica roboscuola@robocupjr.it

CODICE MIP 2781568

17-19 novembre 2010

ROBOTICA 2010

A novembre torna a Milano la rassegna specializzata dedicata alla robotica di servizio. Un mercato che non teme la crisi e che, per quanto riguarda i personal robot, prevede di vendere 11,6 milioni di pezzi entro il 2012. Dopo il grande successo di Robotica 2009, la prima rassegna italiana interamente dedicata ai robot umanoidi e di servizio, che ha visto la partecipazione di prestigiosi istituti di ricerca e laboratori universitari, quest'anno si replica. Sono già state fissate, infatti, le date dell'edizione 2010, che avrà luogo sempre a Fiera Milano Rho dal 17 al 19 novembre. "Anche in questa seconda edizione continueremo sulla strada che, primi in Italia, abbiamo intrapreso lo scorso anno", precisa Marco Pinetti, presidente di ArtEnergy Publishing, la società che organizza l'evento. "Robotica 2010 sarà pertanto ancora una volta dedicata a un'innovativa serie di prodotti al servizio dell'uomo e della qualità della vita, i robot cosiddetti "non-manufacturing" o service robot, macchine automatizzate che si prestano a diversi impieghi, da quelli per il tempo libero e l'entertainment all'uso "educativo", dalle applicazioni domestiche a quelle nel settore medico e nelle situazioni di pericolo. Coniugando, secondo la formula che abbiamo sperimentato con successo nel corso della prima edizione della rassegna, l'aspetto ludico a quello scientifico".

CODICE MIP 2781570

18-20 maggio 2010

Automa

La seconda edizione di AUTOMA, la fiera internazionale di robotica e automazione industrial, si terrà a Poznan, in Polonia, dal 18 al 20 maggio 2010. Un'occasione per toccare con mano le ultime novità in campo robotico e vedere in funzione le ultime tecnologie sul mercato. ***Ulteriori informazioni su http://automa.mtp.pl/en.***

CODICE MIP 2781566

PESCARA

SILVI MARINA (TE) - FIERA ADRIATICA
S.S.16 (Nazionale Adriatica) - Km. 432

Fiera Adriatica
PALAUNIVERSO

7ª FIERA MERCATO DELL'ELETTRONICA

CODICE MIP 2781280

RADIOAMATORE
COMPUTER
INTERNET
TELEFONIA
ANTENNE
TV SAT
EDITORIA

PROTEZIONE CIVILE

ARI COMUNICAZIONI

17 - 18 APRILE 2010

2010 primavera

SABATO 9:15 - 19:00 / DOMENICA 9:00 - 19:00

AMPIO PARCHEGGIO e SERVIZIO NAVETTA GRATUITI

RISTORANTE - SELF SERVICE INTERNO

con il patrocinio di

Provincia di Pescara

Comune di Silvi

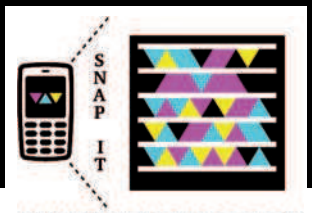
Sezioni ARI di Chieti e Pescara

Segreteria Organizzativa Via Siena, 22 - 65122 PESCARA
Tel. +39 085 4215840 - Fax +39 085 4227184
e-mail: e.pescarafiere@virgilio.it

ideazione: iGDQD - realizzazione grafica: iZ6BMP

Thread FOCUS

➔ la tua voce direttamente dalla rete



www.baronerosso.net

www.baronerosso.net

mappa del sito | contatta

10 settembre 09, 16:28 — #1 (permalink) Top

jeky84
User

interruttore mosfet

Buon pomeriggio a tutti
sono nuovo del forum e colgo l'occasione per presentarmi e per porgervi una domanda:
io ho un micro che invia dai piedini d'uscita un segnale logico alto(5V) o basso(0V), devo connetterlo a dei mosfet di modo tale che questi mi facciano da interruttore per la centralina(cioè quando il micro invia segale a livello logico alto il mosfet si deve " chiudere" quando invia seganle a livello logico basso il mosfet si deve aprire) la quale prenderà come alimentazione una 9V da banco.
considerate che non mi interessa il valore di corrente che arriva alla centralina...anzi meno è meglio è visto che mi serve solo che arrivi l'impulso alla centralina per abilitarne l'utilizzo
vorrei sapere il mosfet che caratteristiche deve avere per permettermi di fare questo lavoro e se occorre un'opportuna rete di impedenze intorno ad esso
Ringrzio tutti anticipatamente
Saluti

10 settembre 09, 17:19 — #2 (permalink) Top

SoldatoSemplice
User

Se vuoi proprio usare un mosfet dovresti trovarne uno che abbia una Vgs-on compatibile con i livelli TTL, ma visto che sono abbastanza rari e sicuramente costano di più relativamente ad un comune mosfet, devi prima amplificare di un pò il segnale di tensione che esce dal tuo micro e l'uscita dell'amplificatore la mandi al gate del tuo mosfet, in questa applicazione io ti consiglio di usare un amplificatore operazionale in configurazione di amplificatore non invertente, in questo modo, complice il fatto che l'impedenza d'ingresso di un OPAMP è altissima e quella d'uscita è molto più bassa realizzi anche un primitivo adattamento d'impedenza.

In alternativa invece dell'OPAMP puoi usare un semplice BJT da 20 centesimi di tipo NPN però in questo caso ti devi assicurare che il tuo micro in uscita dia una corrente sufficiente a polarizzare la base del BJT stesso che userai come amplificatore prima del mosfet.

10 settembre 09, 17:50 — #3 (permalink) Top

Naraj
User

Perchè non usare un semplice transistor ?

Naraj.

10 settembre 09, 19:21 — #4 (permalink) Top

marcosinatti
User

Il mosfet si pilota in tensione tra G ed S, se guardi i datasheet vedrai che con una tensione di 7-8V già il mosfet lavora in saturazione a la sua RDSon è molto bassa anche con correnti elevate.
Non pilotarlo con tensioni sopra i 12V in quanto interviene la protezione del gate interna fatta con due zener che ti porterebbe solo spreco di corrente di pilotagio e surriscaldamento del mosfet stesso.
Ricorda che il mosfet sul gate non ha bisogno di grosse correnti però ha una discreta capacità che potrebbe romperti le balle ad alte frequenze, quindi il circuito che lo pilota deve essere a bassa impedenza, possono andare bene 2-3 porte cmos in parallelo oppure un transistor npn configurato ad emettitore comune e con una resistenza verso il positivo da 1k.

Se usi il mosfet con basse correnti di uscita e non ti interessa quindi saturarlo al minimo dellla RDSon puoi pilotarlo con i 5V del micro direttamente, mettendo in serie una resistenza da 180-220Ohm.

10 settembre 09, 22:02 — #5 (permalink) Top

SoldatoSemplice
User

Questo non lo sapevo, forse hai avuto un idea migliore tu.

11 settembre 09, 09:04 — #6 (permalink) Top

jeky84
User

grazie mille ragazzi..era proprio la risposta che cercavo...infatti a me non interessa saturare il mosfet perchè ho basse correnti in uscita...quello che vorrei sapere è il tipo di mosfet che devo utilizzare, se un P o un N, e inoltre se lo piloto con i 5V del micro e il segnale di alimentazione che deve andare alla centralina è di 9V quale mosfet potrei usare...grazie mille a tutti!!

12 settembre 09, 12:26 — #7 (permalink) Top

marcosinatti
User

Se i tuoi due circuiti hanno lo 0V in comune e ti va bene che chiuda verso massa va bene un canale N qualsiasi, viste le basse correnti e tensioni in gioco, con google ne trovi quanti ne vuoi, io spesso uso il sito della rscomponents anche per individuare i componenti, è più veloce.

17 settembre 09, 13:56 — #8 (permalink) Top

jeky84
User

bene...mi ritrovo a porgerti un'altra domanda...e se io volessi poter avere all'ingresso della mia centralina la -9 volt o la + 9 volt a scelta???
come dovrei modificare il mio circuito???
nel senso...quando l'interruttore si chiude passa la 9 V di alimentazione...e se io volessi aver la possibilità tramite comando al micro di poter invertire la tenzione all'ingresso della centralina??
Ancora grazie per il vostro aiuto
Saluti

NNTP Newsgroup Gateway

Username Username Ricordami?
Password Entra
Cerca

NNTP.IT » Forum » Newsgroups it.hobby.* » it.hobby.elettronica » risposta in frequenza

Strumenti discussione

19-01-2010, 23.32.12 #1

dario

[elettrotecnica] risposta in frequenza

Sono alle prese con l'esame in oggetto.
Premetto che ho una mia idea, ma non riesco ad essere sicuro perché non trovo -esattamente- la risposta alla domanda sul libro e mi è sfuggita la lezione in cui se ne parlava.
Volevo sapere voi come rispondereste alla domanda:
"Descrivere le condizioni di esistenza della risposta in frequenza di un circuito LP a cost concentrate"
Cosa si intende per "condizioni di esistenza" della risp in frequenza ?
(ad es. su un banale RC eccitato con un generatore di tensione v(t)).
Grazie!

20-01-2010, 02.28.45 #2

LAB

Re: [elettrotecnica] risposta in frequenza

Che il segnale sia periodico, piuttosto che impulsivo?

20-01-2010, 03.27.38 #3

Darwin

Re: risposta in frequenza

Cosa intendi p centrate"? Puoi trascrivere
il tutto per es

20-01-2010, 03.30.57 #4

Darwin

Re: risposta in frequenza

Beh, in un circuito a parametri concentrati che formi un quadripolo, già c'è il fatto che la funzione di trasferimento è per forza una funzione razionale fratta. Il numeratore ed il denominatore sono per forza dei polinomi di grado finito a coefficienti reali.

20-01-2010, 10.38.07 #5

dario

Re: risposta in frequenza

LP = lineare e permanente
Quanto alla tua risposta si, però se per esempio ho una funzione di trasferimento con poli nel semipiano destro del piano complesso ho che quel circuito è instabile.
Quindi non ha risposta in frequenza (almeno credo).
Io non capisco "le condizioni di esistenza", tra l'altro non riportate come tali dai libri che ho.
Forse c'entra col fatto che la rete debba avere per forza dei componenti con memoria (induttanze, capacità) e debba essere stabile ?

20-01-2010, 19.20.38 #6

A.S

Re: risposta in frequenza

La risposta in frequenza non ha nulla a che vedere col fatto che il

ThreadFOCUS

➔ la tua voce direttamente dalla rete

www.fisertek.it

FiserTek
Robotica sperimentale

www.FiserTek.it
forum di supporto al sito

Indice » Elettronica » elettronica digitale — Tutti gli orari sono UTC +1 ora [ora legale]

Ridurre tensione con diodi

Moderatori: fiser, tls-service, BrOnTo

nuovo argomento | rispondi | Pagina 1 di 1 [6 messaggi]

Stampa pagina — Precedente | Successivo

Autore	Messaggio
Marco	**Oggetto del messaggio:** Ridurre tensione con diodi — **Inviato:** 02/01/2010, 18:06 Ciao Vorrei abbassare la tensione in uscita di una batteria FireFox Li-Polymer 11.1V 2300mAh 20C Ta tensione dovrebbe essere 9.6v. So che potrei usare dei diodi ma il problema è la corrente che devono supportare. Nelle lipo la corrente massima erogabile si ottiene moltiplicandandola per la scarica, in questo caso 20c quindi sarebbero 46A totali. Come posso fare per essere sicuro chei diodi supportino il carico?
steve	**Oggetto del messaggio:** Re: Ridurre tensione con diodi — **Inviato:** 03/01/2010, 2:37 Ciao Marco... non sono qui per rispondere direttamente al tuo quesito... è che la tua domanda mi induce a pensare alla tua situazione! Sbaglio o sei un modellista che vuole usare 3 celle li-poly nella propria radio al posto delle 8 celle NiMh?? In tanti hanno fatto questo passo. Io non sono uno di quelli, ma ho diversi amici che lo hanno fatto. Posso portarti l'esempio di uno in particolare (di cui ho la sicurezza di ciò che ha e cosa ha fatto): ha una radio FF9 della Futaba e monta 3 lipo senza ridurre nulla. Volendo gli chiedo i dettagli (marca lipo ecc...). Più volte mi ha detto: dai Ste, passa pure tu alle lipo così ti dimentichi di avere le batterie nella radio!! Io ho una MX22 e per ora con le batterie originali da 1700mAh vado benone e durano moltissimo. Quando si esauriranno magari ci faccio un pensierino! Buoni voli!! Ciao!!
steve	**Oggetto del messaggio:** Re: Ridurre tensione con diodi — **Inviato:** 03/01/2010, 2:40 Mmmm.... forse ho preso un granchio: in realtà... dato che chiedi info su diodi che possano reggere tutti sti ampere, magari vuoi usare ste lipo per alimentare un motore al posto delle classiche NiMh... Be, pure in questo caso di solito si sostituiscono le batterie e via! Avrai qualche volt in più...di solito non ci sono problemi ed avrai un po' di potenza in più. Se invece non c'entra nulla con il campo modellistico... OPS... chiedo scusa...
Marco	**Oggetto del messaggio:** Re: Ridurre tensione con diodi — **Inviato:** 06/01/2010, 18:43 Ehm no, non si parla di modellismo Chiarisco: ho un fucile giocattolo(pratico softair) e attualmente sto utilizzando una ni-mh a 7 elementi. Eroga 1400mah a 8.4v. Putroppo il motore gira abbastanza lento e quindi la lipo gli avrebbe dao tna bella grinta. Problema: se uso una 11.1v il rischio è di rovianre la meccanica interna(o come si dice"sgranare"). Per questo volevo abbassare la tensione.
steve	**Oggetto del messaggio:** Re: Ridurre tensione con diodi — **Inviato:** 07/01/2010, 1:44 Ok... considera che presumibilmente i 20c di scarica che può supportare la tua batteria NON vengono utilizzati... Non ho presente il motore che alimenta il tuo giocattolo, ma mooooolto difficilmente ti succhia più 46A! Dovresti misurare quanta corrente assorbe: probabilmente il tuo problema è più semplice di quanto credi!
Marco	**Oggetto del messaggio:** Re: Ridurre tensione con diodi — **Inviato:** 09/01/2010, 13:18 Si si a 46 non arriva, si fondono prima i conduttori! Quello che volevo sapere è quanta corrente supportano al massimo i diodi

Visualizza ultimi messaggi: Tutti i messaggi — Ordina per Ora di invio — Crescente — Vai

Roboitalia
www.roboitalia.com

BLOG FORUM GMAIL

Roboitalia.com - Il primo portale in Italia sulla robotica amatoriale > Forum di robotica avanzata > Elettronica Generale
problema con operatore divisione

Username Username Ricordami?
Password Entra

Registrazione Faq Community Calendario I messaggi di oggi Cerca

Strumenti discussione Modalità visualizzazioe

20-09-2009, 20.12.50 #1

Italia
Nuovo robottaro

problema con operatore divisione

Ciao Ragazzi,
finalmente prova che ti riprova sono riuscito a far funzionare il PWM del
mio pic18.Adesso pero stavo cercando di rendere piu elegante il mio programma scivendo una funzione che gestisca frequenza e duty poichè per le uscite della PORTB non esistono gia preconfezionate(almeno da quanto ci ho capito).
Il mio problema è il seguente,debugando il programma mi sono accorto che il programma non efferrua il reciproco 1/frequenza
e non capiso il perchè. Posto il codice

```
void pwm(unsigned int frequenza,unsigned int dc)
{
float tpwm;
unsigned short long registro;
tpwm=0x01/frequenza;
registro=0x989680*tpwm;
registro=registro/64;
registro--;
PTCON0=0b00001100;
PTCON1=0b11000000;
PWMCON1=0x00;
PTPERL=0xFF&(registro);
PTPERH=0xFF&(registro>>8);
PDC0L=0x00;
PDC0H=4;
PWMCON0=0b00010001;
}
```

21-09-2009, 10.53.49 #2

Myzhar
Robottaro master

Nel tuo codice noto delle incongruenze: tpwm è un float...
il tuo comando è tpwm=0x01/frequenza;
in pratica dividi un intero (0x01) per un intero e lo assegni a un float... risultato: sempre ZERO.
Prova così: tpwm= 0.1f/frequenza; vedrai che funziona.
Inoltre per essere sicuro che venga tutto eseguito "bene" specifica al compilatore che deve utilizzare la divisione "float" con uno static_cast: tpwm= 0.1f/((float)frequenza);
un'altra bruttissima cosa è questa: registro=0x989680*tpwm;
registro è unsigned short long: un intero. registro = (unsigned short long)((10000000*tpwm)+0.5);
in questo modo la conversione è più precisa... il "+0.5" in fondo serve ad effettuare la conversione al più vicino intero.
Ti spiego meglio... quando converti da decimale a intero il compilatore "tronca" alla cifra decimale... in questo modo se hai 3.9 il valore dell'intero sarà 3!!! Se invece aggiungi 0.5 avrai 4.4 che convertito a intero sarà 4, cioè un valore più corretto.
Se il valore invece è ad esempio 3.3, aggiungendo 0.5 si ha 3.8 che troncato a intero è giustamente 3.
Sono tutte finezze che ti permettono di lavorare con più precisione

21-09-2009, 21.17.41 #4

Fu Mauro
Robottaro master

In C se dividi int per un int ottieni sempre int dunque come e' stato detto 0!
Per costringere il compilatore a fare upcasting devi fare il casting a float (come anche suggerito).
La divisione per 64 essendo una potenza di 2 la farei con lo shift a destra. a = a >> 6 Che equivale a dividere per 64.
...ma questo solo se devi ottimizzare il codice, altrimenti lascia 64 e premia la leggibilita'.
In ogni modo, se mi permetti un consiglio, cerca di limitare i numeri magici nel codice. Usa delle costanti.

21-09-2009, 23.16.45 #5

Italia
Nuovo robottaro

Ciao, c'è un'istruzione che non ho capito: tpwm= 0.1f/((float)frequenza); perchè hai messo 0.1f (cosa fa la f?)
poi (float)frequenza cosa fa il float prima di frequenza? Ringrazio anticipaamente.

22-09-2009, 13.32.41 #6

Fu Mauro
Robottaro master

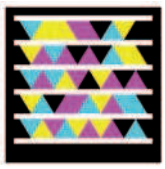
quando fai uso di costanti la f indica che il numero e' float. 1f sara' inteso come float.
Il (float) tra parentesi e' un casting tradizionale di variabile, come quello che hai usato anche tu a fine codice.

Lo shop della Community dell'elettronica

Abbonamento trial

Il modo più facile per conoscere le riviste è l'abbonamento trial. L'abbonamento prevede tre numeri di Elektor che verranno spediti direttamente a casa tua ogni mese. Con l'abbonamento trial riceverai in omaggio lo "Spyder-KIT" per sviluppare applicazioni coi microcontrollori Freescale.

CODICE FW-ABB TRIAL ELEKTOR PREZZO: € 15,00



Usa le tecnologia IEmibile! I primi 10 avranno diritto a 4 numeri di Elektor anziché 3!

NOVITA'

PoScope Mega1 Bundle

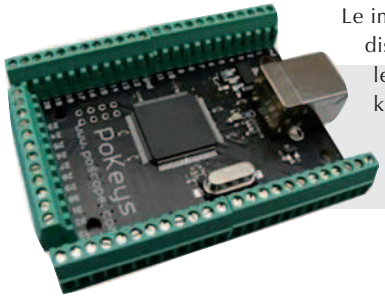
Set con Oscilloscopio USB con 2 sonde e 1 analizzatore logico test lead/clip. Grazie alla tecnologia Plug and Play USB, l'oscilloscopio PoScope Mega1 è facile da installare e usare. Il software è un oscilloscopio pieno di caratteristiche, registratore di chart, generatore logico, analizzatore logico e un analizzatore di spettro con triggering avanzato, il tutto in una confezione di semplice utilizzo. Il software è disponibile in Inglese, Francese, Tedesco, Italiano e Spagnolo.

CODICE POSCOPE MEGA1 BUNDLE PREZZO: € 187,20

NOVITA'

PoKeys55T

PoKeys55 è un dispositivo USB di facile utilizzo che combina una simulazione joystick a una tastiera standard e non richiede conoscenze di programmazione complesse. Pokeys55 fornisce 55 I/O digitali (5V tolleranti), 5 inputs analogici (10bits) e 1 output analogico (10bit). Tutti gli I/O sono controllati dal software fornito che permettere di usare l'interfaccia utente grafica o l'interfaccia a console avanzata. Le impostazioni possono essere salvate sul dispositivo, ergo nessun software speciale è necessario sul sistema target. Pokeys55 può essere utilizzato come controllo CNC o industriale, joystick custom o tastiera o scheda di acquisizione dati. Pokeys è disponibile con (Pokeyss55-T) o senza terminali a vite.



CODICE POKEYS55T PREZZO: € 59,40

NOVITA'

Stingray Robot

Il robot Stingray di Parallax Inc. fornisce una piattaforma di medie dimensioni per una vasta gamma di progetti robotici e esperimenti. La Propeller Robot Control board è il cervello del sistema che fornisce un sistema di controllo a multiprocessore capace di eseguire tasks multipli allo stesso tempo. Il chip Propeller fornisce otto 32-bit processori ognuno con due contatori, la propria memoria locale da 2 KB e 32 KB di memoria condivisa. Tutto ciò rende Propeller una perfetta scelta per robotica avanzata e per il robot Stingray.

CODICE 28980 PREZZO: € 358,80

Database di componenti elettronici

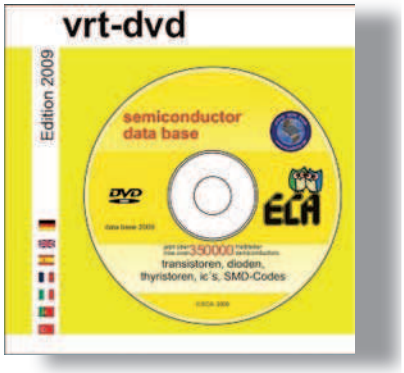
Non c'è bisogno di tante parole per presentare i data-book della ECA, ogni laboratorio che si rispetti ne possiede uno. Al passo con i tempi, la famosa società Tedesca, ha riportato su CDROM i suoi prodotti più famosi; sono prodotti di alta qualità che richiedono risorse minime, quindi sono utilizzabili anche su vecchi PC (minimo PC AT486, 8 MB ram, Windows 3.1/95/98/NT/2000/XP/VISTA).

OFFERTA

Contenuti:

oltre 90.000 Diodi - oltre 55.000 FETs - oltre 130.000 Transistor - oltre 18.000 Tiristori - oltre 105.000 circuiti integrati

CODICE ECA-403-09 PREZZO: ~~€ 54.80~~ € 46.80

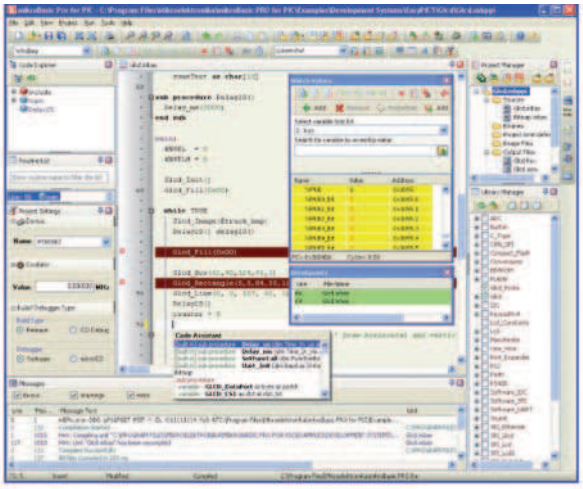


Emulatore per PIC

MR.PIC è un sistema di sviluppo professionale per PICmicro, che integra tutte le funzioni di emulatore real-time e programmatore in un unico prodotto. E' dotato di software compatibile con WINDOWS 9x/ME/2000/XP e supporta i dispositivi delle famiglie: PIC12Cxxx, PIC14Cxxx, PIC16C6x, 62x, 7x, 8x, 87x. Grazie all'impiego di "EVA chips" dedicati al posto delle costose daughter boards o probes, MR.PIC risulta più economico e semplice nell'implementazione dei nuovi dispositivi. Include varie funzioni quali esecuzione single-step, Real-time, debug a livello sorgente, Break point illimitati ecc.

OFFERTA

CODICE MR.PIC PREZZO: ~~€ 1018.80~~ € 430.80

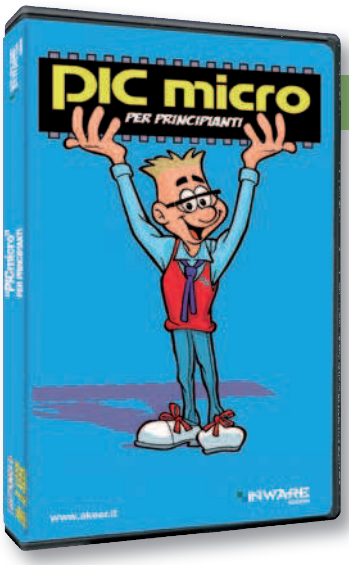


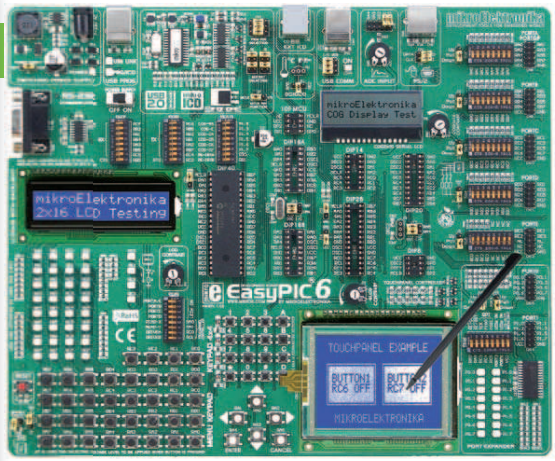
OFFERTA

Compilatore Pascal per AVR

Il compilatore mikroPASCAL funziona sotto Windows® 2000/XP/Windows NT® 4.0 . Supporto del linguaggio Assembly, PASCAL (standard PASCAL syntax; labels; procedures and functions; units; standard data types; global and local variables; procedure/function parameters). Output Formats Intel Hex, Assembly, Binary Supporta la maggior parte dei Microcontrollori Atmel AVR.

CODICE MIKROPASCAL AVR PREZZO: ~~€ 154.80~~ € 118.80





BUNDLE

Da non perdere!

Il videocorso su DVD sulla programmazione assembler dei PIC in bundle con la scheda di sviluppo easyPIC6 ad un prezzo speciale.

CODICE: BUNDLE S PREZZO: € 155,00

Lo shop della Community dell'elettronica

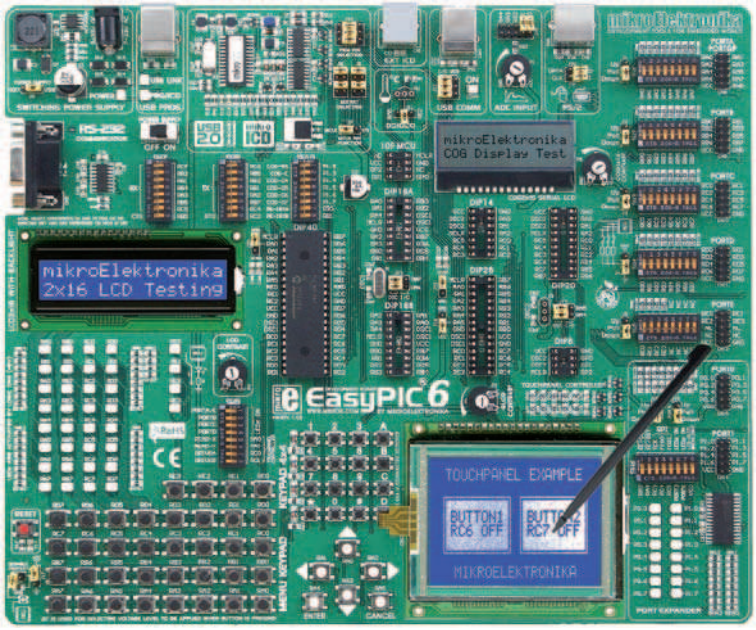
La nuova scheda di sviluppo per PIC

EasyPIC6 è una scheda di sviluppo di grandi caratteristiche per i microcontrollori PIC Microchip 8/14/18/20/28/40-pin. La nuova EasyPIC6 include: controller touchscreen, programmatore USB2.0, debugger in-circuit USB2.0, display COG on-board, interfacce display LCD/GLCD e molti altri dispositivi I/O utili.

BEST SELLER

CODICE: EASYPIC6

PREZZO: € 154.80

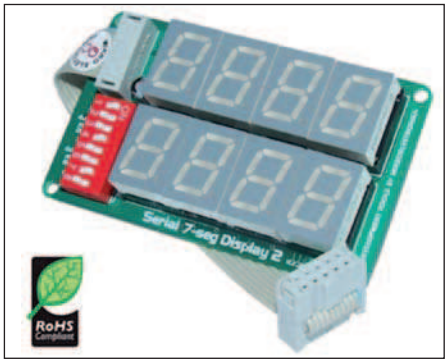


Display a 7 segmenti SPI

Display a sette segmenti con interfaccia SPI. Interfaccia SPI MAX7219 Drivers on-board; 8 Display a catodo comune, connettore ICD10 per un semplice e veloce collegamento

CODICE EP-SERIAL7-SEG2

PREZZO: € 21.60



Un libro sui display LCD

Il testo raccoglie e presenta, nella maniera più chiara e semplice possibile, le informazioni fondamentali per consentire anche all'hobbista di utilizzare, nei propri progetti, i display LCD e a LED. Vengono analizzati i display LED a 7 segmenti con cenni ai principi fisici su cui si basa l'optoelettronica, la tecnologia LCD, quindi

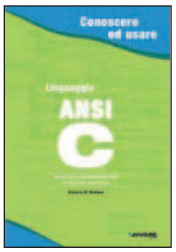
la struttura dei comuni display passivi. L'argomento principale della trattazione è comunque l'analisi dei moduli LCD alfanumerici basati sul controller HD44780: vengono illustrati i comandi principali, la connessione con un PICMicro ed il pilotaggio con un Personal Computer mediante porta seriale e parallela. Vengono poi analizzati i moduli LCD grafici illustrandone il funzionamento ed il modo di pilotaggio mediante un PICMicro. Numerosi esempi pratici completano la trattazione

CODICE FE-06

PREZZO: € 16.50

Programmazione C

Questo libro vuole fornire un'introduzione sia al linguaggio ANSI C, sia, soprattutto, al suo utilizzo per la programmazione dei sistemi embedded. Se infatti è abbastanza comune trovare degli ottimi manuali che descrivono il linguaggio C in se, sono pochissimi i testi che descrivono le tecniche e gli accorgimenti

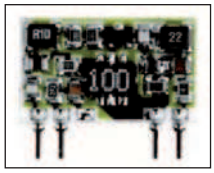


che occorre adottare quando il linguaggio viene utilizzato per programmare macchine dotate di risorse molto limitate (in termini di memoria, di velocità di esecuzione e spesso anche di energia disponibile per l'esecuzione dei compiti).

CODICE FE-25

PREZZO: € 24.90

Transceiver a 433MHz



La serie di Trasmettitori RTx di Telecontrolli, comprende circuiti ibridi che, con la semplice aggiunta di un circuito di codifica, realizzano un completo trasmettitore radio. Offrono una grande stabilità delle caratteristiche elettriche, grazie alla tecnologia "ibrida in film spesso".

Applicazioni:
- Sistemi di sicurezza senza fili
- Sistemi di sicurezza per auto
- Automazione di porte e cancelli
- Controllo remoto di Sensori

Caratteristiche: Antenna integrata e processo di taratura con Laser (RT1,RT2), alta affidabilità.

CODICE RT5-433

PREZZO: € 4.74

www.ieshop.it

I 10 articoli più richiesti

1- Scheda easyPIC6
2 - Libro "Pillole di Microcontrollori PIC"
3 - bundle N
4 - DVD Mr A.Keer "PICmicro"
5 - Software sPrint Layout
6 - Libro "Conoscere ed usare - UPS"
7 - Ebook "MikroC"
8 - Kit display per easyPIC6
9 - MikroBASIC-PRO
10 - PoScope, oscilloscopio USB

Ordinare direttamente tramite internet conviene! Potrai infatti aggiudicarti dei buoni sconto (coupon) con le modalità:

COUPON ABBONAMENTO ONLINE FE E FW
Sottoscrivendo un nuovo abbonamento o rinnovando il proprio online, direttamente tramite IE SHOP, si ha diritto ad un coupon del 15%! **Qualora ci si abbona (sempre online) a Fare Elettronica e Firmware insieme il coupon è del 20%!**

COUPON QUIZ "ELETTROQUIZ"
Rispondendo ai Quiz presente ogni mese su Fare Elettronica si avrà diritto ad un coupon del 10%. Tutte le risposte pervenute saranno accuratamente valutate dagli autori dei quesiti e, in caso di risposta esatta (oltre al Coupon) potrai vincere fantastici premi!

COUPON "ACQUISTI PREMIATI"
I tuoi acquisti su www.ieshop.it vengono premiati con un coupon del 10% se il tuo ordine supera i 100 EUR (IVA e spese di trasporto escluse). Ma se il tuo ordine supera i 200 EUR, lo sconto sale al 20%!

IMPORTANTE!
- Il coupon può essere speso **esclusivamente** ordinando sul sito www.ieshop.it
- Il coupon non potrà essere utilizzato in caso di nuova sottoscrizione o rinnovo dell'abbonamento, è invece utilizzabile per tutti gli altri prodotti presenti su www.ieshop.it
- Ogni coupon ha una scadenza, non dimenticarlo!
- Lo slogan "più acquisti più risparmi" pecca senz'altro di originalità, ma in questo caso è molto azzeccato: i coupon sono infatti utilizzabili solo una volta, usalo bene!
- I coupon non sono cumulabili, e vanno utilizzati singolarmente, secondo il criterio cronologico di assegnazione.

CONTI CORRENTI POSTALI - Ricevuta di Accredito — BancoPosta

sul C/C n. 70107552 di Euro ,

TD 451

importo in lettere

INTESTATO A:
INWARE EDIZIONI SRL

CAUSALE

ESEGUITO DA:

VIA - PIAZZA

CAP LOCALITÀ

BOLLO DELL'UFF. POSTALE
codice bancoposta

IMPORTANTE: NON SCRIVERE NELLA ZONA SOTTOSTANTE
importo in euro numero conto

td

AUT. DB/SISB/E 20017 DEL 11.04.2006

70107552 < 451>

CONTI CORRENTI POSTALI - Ricevuta di Versamento — BancoPosta

sul C/C n. 70107552 di Euro ,

importo in lettere

INTESTATO A:
INWARE EDIZIONI SRL

ESEGUITO DA:

VIA - PIAZZA

CAP

LOCALITÀ

BOLLO DELL'UFF. POSTALE

AVVERTENZE
Il Bollettino deve essere compilato in ogni sua parte (con inchiostro nero o blu) e non deve recare abrasioni, correzioni o cancellature.
La causale è obbligatoria per i versamenti a favore delle Pubbliche Amministrazioni.
Le attese connesse alle operazioni di sportello dipendono in modo determinante dalla cura con cui vengono compilati i bollettini.

CAUSALE

IMPORTANTE: NON SCRIVERE NELLA ZONA SOPRASTANTE!

AVVERTENZE

Il Bollettino deve essere compilato in ogni sua parte (con inchiostro nero o blu) e non deve recare abrasioni, correzioni o cancellature.

La causale è obbligatoria per i versamenti a favore delle Pubbliche Amministrazioni.

Le informazioni richieste vanno riportate in modo identico in ciascuna delle parti di cui si compone il bollettino.

Indagine sui lettori

Aiutaci a conoscerti meglio!
Con il tuo aiuto riusciremo ad offrirti una rivista sempre più in linea con le tue aspettative!

Nome .....

Cognome .....

Via ..... n° .....

Cap ..... Città ..... Prov .....

Email .....

IL TUO SETTORE DI COMPETENZA:

- ❑ **B05** Direzione Tecnica
- ❑ **B06** Progettazione
- ❑ **B07** Studente
- ❑ **B08** Direzione Acquisti
- ❑ **B09** Insegnante
- ❑ **B10** Altro . . . . . .

PRODOTTO PRINCIPALE O SERVIZIO OFFERTO DALL'AZIENDA DOVE LAVORI:

- ❑ **C11** Apparecchiature elettriche, elettroniche, ICT
- ❑ **C12** Elettrodomestici
- ❑ **C13** Consulenza
- ❑ **C14** Apparecchiature scientifiche, misura e controllo
- ❑ **C15** Automotive
- ❑ **C16** Vending
- ❑ **C17** Altro . . . . . .

NUMERO DI DIPENDENTI DELLA TUA AZIENDA:

- ❑ **D18** fino a 10
- ❑ **D19** da 10 a 50
- ❑ **D20** da 50 a 100
- ❑ **D21** da 100 a 500
- ❑ **D22** oltre 500

FE 296

Solo se sei abbonato, indica il tuo codice abbonato: . . . . . .
e barra la casella di interesse:

TIPO DI ABBONAMENTO:

- ❑ **A01** Personale uso professionale
- ❑ **A02** Aziendale
- ❑ **A03** Scuola o Università
- ❑ **A04** Personale uso hobbistico

Compila il cedolino e invialo in busta chiusa o via fax allo 02 66508225 e riceverai GRATIS a tua scelta UN CD-ROM DEL VALORE DI 10 EURO

STARTER KIT
per lo sviluppo di applicazioni con i microcontrollori Freescale 9RS08

MASTERIZZARE DVD E FORMATO DIVX
un corso che spiega con esempi pratici come masterizzare DVD e in formato DivX.

Grazie per la preziosa collaborazione!

PRODOTTI

Se vuoi ordinare "offline" ovvero senza usare internet, usa il seguente modulo d'ordine **PRODOTTI**

COD. PRODOTTO	DESCRIZIONE	PREZZO UNITARIO	Q.tà	Totale
			SUB TOTALE	
			SPESE DI SPEDIZIONE	
			TOTALE	

Nota. Se le righe non sono sufficienti, utilizzare più copie del modulo.
Per maggiori dettagli sulle spese di spedizione e i metodi di pagamento vedi retro cartolina.

FE 296

METODI DI PAGAMENTO

☐ **BONIFICO BANCARIO** ☐ **BOLLETTINO POSTALE** ☐ **CONTRASSEGNO**

☐ MasterCard ☐ VISA ☐ American Express ☐ postepay

TITOLARE. . . . . .
NUMERO . . . . . .
DATA DI SCADENZA. . . . . CODICE DI SICUREZZA . . . . . .

INVIARE IL MODULO D'ORDINE A: Inware Edizioni srl, via Cadorna 27/31 - 20032 Cormano (MI) - oppure via FAX allo 02 66508225
(Inviando questo modulo si accettano i termini e le condizioni riportate a tergo)

Nome . . . . . Cognome . . . . . .
Indirizzo . . . . . n° . . . . . .
Cap . . . . . Città . . . . . Prov . . . . . .
Tel . . . . . Fax . . . . . Email . . . . . .
Ragione Sociale . . . . . .
Codice fiscale . . . . . Partita IVA . . . . . .

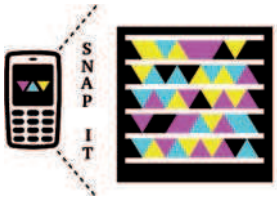
DATA . . . . . FIRMA . . . . . ☐ Fattura

ABBONAMENTO

Sì, mi abbono a Fare Elettronica

FE 296

☐ Abbonamento TRIAL a 3 numeri di FARE ELETTRONICA a soli € 15,00 anzichè € 18,50
☐ Abbonamento Premium a 11 numeri di FARE ELETTRONICA a soli € 49,50 anzichè € 66,00
☐ Abbonamento PRO a 11 numeri di FARE ELETTRONICA include il Cd dell'annata 2009 a soli € 59,50 anzichè € 96,00



Usa IEmobile!
Abbonati al PRO al prezzo del PREMIUM

METODI DI PAGAMENTO (per maggiori dettagli vedi retro cartolina)

☐ **BONIFICO BANCARIO** ☐ **BOLLETTINO POSTALE** ☐ **ALLEGO ASSEGNO** (Intestato a Inware Edizioni)

☐ MasterCard ☐ VISA ☐ American Express ☐ postepay

TITOLARE. . . . . .
NUMERO . . . . . .
DATA DI SCADENZA. . . . . CODICE DI SICUREZZA . . . . . .

INVIARE IL MODULO D'ORDINE A: Inware Edizioni srl, via Cadorna 27/31 - 20032 Cormano (MI) - oppure via FAX allo 02 66508225
(Inviando questo modulo si accettano i termini e le condizioni riportate a tergo)

Nome . . . . . Cognome . . . . . .
Indirizzo . . . . . n° . . . . . .
Cap . . . . . Città . . . . . Prov . . . . . .
Tel . . . . . Fax . . . . . Email . . . . . .
Ragione Sociale . . . . . .
Codice fiscale . . . . . Partita IVA . . . . . .

DATA . . . . . FIRMA . . . . . ☐ Fattura

ISTRUZIONI PER L'ORDINE E SPESE DI SPEDIZIONE

Il modulo d'ordine dovrà essere compilato in tutte le sue parti ed inviato via posta o via fax ai recapiti indicati sul modulo d'ordine stesso. Gli ordini potranno essere fatti anche direttamente online dal sito www.ieshop.it. In questo caso non sarà necessario inviare il modulo d'ordine. Le spese di spedizione ammontano a euro 8,50 a cui vanno aggiunti euro 3,50 se si sceglie di pagare in contrassegno.

METODI DI PAGAMENTO

Si accettano pagamenti ino in contrassegno, carta di credit, bollettino postale o bonifico all'ordine. Per il contrassegno verrà applicata una spesa aggiuntiva di euro 3,50 per le spese di contrassegno. Forme diverse di pagamento devono essere previamente concordate.

Bonifico bancario

Appoggiato su Poste Italiane IBAN: IT 68 I 07601 01600 000070107552 intestato a Inware Edizioni srl.

Bollettino postale

Versamento sul conto corrente postale n. 70107552 intestato a Inware Edizioni srl. Inviare la ricevuta (o copia) del versamento.

Contrassegno

La merce verrà pagata direttamente al corriere alla consegna della merce. Il pagamento in contrassegno comporta l'addebito di euro 3,50per spese di contrassegno.

Carta di Credito

Il pagamento con carta di credito può essere effettuato specificando i dati della carta via posta, email, web, fax o telefono. Per gli ordini effettuati sul sito il pagamento mediante carta di credito verrà effettuato attraverso una connessione sicura SSL per garantire la massima sicurezza.

TERMINI E CONDIZIONI

Tutti i prodotti sono coperti da garanzia. La garanzia copre tutti i difetti di fabbricazione entro un anno dal ricevimento della merce. Tutti i prodotti non funzionanti per uso improprio o incuria non saranno ritenuti in garanzia e saranno addebitati gli eventuali costi di riparazione. Tutti i prodotti verranno riparati e/o sostituiti direttamente dal produttore. Non sono coperti da garanzia i componenti elettronici (microprocessori, memorie, ecc.) La garanzia dei prodotti si intende F.co ns. sede, le eventuali spese di trasporto sono a carico del cliente salvo accordi diversi. Per dar corso alla riparazione/sostituzione in garanzia è necessario seguire l'apposita procedura di RMA.

PRIVACY

Ai sensi del Decr. Lgs. 196/2003 la informiamo che i dati trasmessi verranno impiegati coi principali scopi di indagini di mercato e nelle modalità previste dallo stesso, prevalentemente con mezzi informatici. Il conferimento, di norma facoltativo, è obbligatorio per permettere il rapporto commerciale. È in ogni caso fatto diritto dell'interessato esercitare i propri diritti, nei modi previsti dal "Titolo II art. 7" della legge sopra citata, scrivendo a Inware Edizioni srl, Via Cadorna 27 – 20032 Cormano o tramite email all'indirizzo info@inwaredizioni.it

---

ABBONARSI ALLE RIVISTE INWARE EDIZIONI CONVIENE!

I vantaggi per gli abbonati sono, oltre al prezzo bloccato per un anno, la ricezione del numero direttamente a casa con la garanzia di ricevere tutti i numeri.
Inoltre un vistoso risparmio che nel caso dell'abbonamento a tre riviste, ammonta a ben 58 euro.
L'abbonamento ha una durata di 12 mesi e comporta l'invio di 11 numeri di Fare Elettronica. Eventuali variazioni di indirizzo andranno comunicate tempestivamente alla Redazione che provvederà a registrare il cambiamento senza alcuna spesa aggiuntiva. L'abbonamento decorrerà dal primo numero raggiungibile alla data di avvenuto pagamento. Non sono previsti rimborsi in caso di disdetta dell'abbonamento.

METODI DI PAGAMENTO

Bonifico bancario

Appoggiato su Poste Italiane IBAN: IT 68 I 07601 01600 000070107552 intestato a Inware Edizioni srl.

Bollettino postale

Versamento sul conto corrente postale n. 70107552 intestato a Inware Edizioni srl. Inviare la ricevuta (o copia) del versamento indicando nella causale:
"Abbonamento Fare Elettronica"

Carta di Credito

Il pagamento con carta di credito può essere effettuato specificando i dati della carta via posta, email, web, fax o telefono. Per gli ordini effettuati sul sito il pagamento mediante carta di credito verrà effettuato attraverso una connessione sicura SSL per garantire la massima sicurezza.

Assegno bancario

E' possibile spedire un assegno bancario insieme a questo coupon.

in edicola

L'ELETTRONICA DI
MR A.KEER

in abbinamento a

FARE ELETTRONICA & FIRMWARE

da non perdere €7,90

3 DVD a soli

nella confezione troverai 2 buoni sconto del valore di € 60 per l'acquisto di una EasyPic6 e un POSCOPE Bundle!

CODICE MIP 2781690

elettroshop.com
brilliant online electronics since 1998

Utente anonimo... Login...
Il tuo carrello è vuoto

nuovo layout!

Home Page | Chi siamo | Listino/Info | Ordina | Download | Contatti | FAQ

CATEGORIE PRODOTTI

- Convertitori Serial-Ethernet
- Convertitori di Protocollo
- ZigBee
- Bluetooth
- 433 e 868 MHz
- Modem GSM/GPRS
- Interfacce USB e PCI
- CPU e moduli
- Componentistica varia
- Visualizzazione
- Sistemi di sviluppo HW/SW
- Programmatori
- CAE - CAD
- Strumentazione
- CD-ROM e pubblicazioni

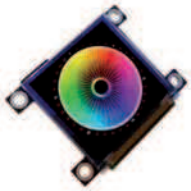
RICERCA PRODOTTI
Vai
Ricerca avanzata

NEWSLETTER

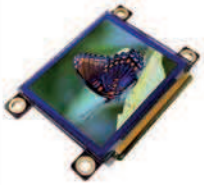
Iscriviti alla nostra Newsletter (potrai sempre cancellarti in seguito)

Nome
Email
Conferma

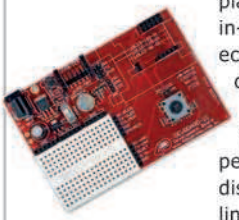
µOLED-96-G1
Modulo OLED 0,96" (risoluzione 96x64 65 K colori) con processore grafico embedded goldelox-GFX. Il modulo è stato progettato per funzionare sotto due differenti piattaforme software: comandi seriali o 4DGL (4D Graphics Language).
€ 39,00 Info



µOLED-128-G1
Modulo OLED 1,5" (risoluzione 128x128 65K colori) con processore grafico embedded goldelox-GFX. Il modulo è stato progettato per funzionare sotto due differenti piattaforme software: comandi seriali o 4DGL (4D Graphics Language).
€ 52,00 Info



µOLED-160-G1
Modulo OLED 1,7" (risoluzione 160x128 65K colori) con processore grafico embedded goldelox-GFX. Il modulo è stato progettato per funzionare sotto due differenti piattaforme software: comandi seriali o 4DGL (4D Graphics Language).
€ 63,00 Info



DEVBOARD-G1
piattaforma di sviluppo all-in-one compatta ed economica per i moduli display della serie µOLED-XXX-G1. Questa scheda è la piattaforma ideale per imparare e testare displays così come il linguaggio di programmazione 4DGL.
€ 39,00 Info

µOLED-32024-P1T
Modulo OLED 2,4" (risoluzione 240x320 65K colori) con processore grafico embedded PICASO-GFX. Fornisce funzionalità "stand-alone" a ogni progetto, grazie al linguaggio 4D Graphics Language (4DGL) integrato nel modulo.
€ 131,00 Info

µOLED-32028-P1T
Modulo OLED 2,83" (risoluzione 240x320 65K colori) con processore grafico embedded PICASO-GFX. Fornisce funzionalità "stand-alone" a ogni progetto, grazie al linguaggio 4D Graphics Language (4DGL) integrato nel modulo.
€ 151,00 Info

I prezzi si intendono IVA esclusa

i migliori moduli OLED

www.elettroshop.com

BUONO SCONTO DEL 10%!

SNAP IT

Scarica l'applicazione per il tuo cellulare su http://gettag.mobi

CODICE MIP 2781682